ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆ
ಅನುಮೋದಿಸಿದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ

ಪಿ. ಯು. ಸಿ. ಎರಡನೇ ವರ್ಷ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ

ಪಿ ಯು ಸಿ ಎರಡನೇ ವರ್ಷ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನಾ ಕೇಂದ್ರ

ಸಲಹಾ ಸಮಿತಿ

ಡಾ. ಬಿ.ಎ. ವಿವೇಕ ರೈ
ಕುಲಪತಿಗಳು

ಸದಸ್ಯರು

ಡಾ. ಕೆ.ವಿ. ನಾರಾಯಣ
ಪ್ರೊ. ಲಕ್ಷ್ಮಣ್ ತೆಲಗಾವಿ
ಡಾ. ಕರೀಗೌಡ ಬೀಚನಹಳ್ಳಿ
ಡಾ. ಹಿ.ಚಿ. ಬೋರಲಿಂಗಯ್ಯ

ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಡಾ. ಟಿ.ಆರ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ

ಸಹಾಯಕ ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಜೈನುಲ್ಲಾ ಬಳ್ಳಾರಿ

ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆ
ಅನುಮೋದಿಸಿದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ

ಪಿ ಯು ಸಿ ಎರಡನೇ ವರ್ಷ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಸಂಪಾದಕ

ಪ್ರೊ. ಎಚ್. ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ

ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ

BHOUTA VIJNANA - Physics
Prescribed Text Book for Second Year P.U.C.

Edited by
Prof. H.R. Ramakrishna Rao
Retd. Prof. Dept. of Physics
Christ College, Bangalore
801, 15th Cross, 7th Block
Jayanagar, Bangalore 560 082

Published by
Prof. Mallepuram G. Venkatesha
Director, Prasaranga
Kannada University, Hampi
Vidyaranya 583 276

Pages : xvi + 516 **Price: Rs. 160/-**
First Impression : 2006

www.kannadauniversity.org

ಬೆಲೆ : ರೂ. ೧೬೦/-

ಮುಖಪುಟ : **ಕೆ.ಕೆ. ಮಕಾಳಿ**

ಪ್ರಕಾಶಕರು
ಪ್ರೊ. ಮಲ್ಲೇಪುರಂ ಜಿ. ವೆಂಕಟೇಶ
ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಹಂಪಿ
ವಿದ್ಯಾರಣ್ಯ ೫೮೩ ೨೭೬

ಅಕ್ಷರ ಸಂಯೋಜನೆ
ಫ್ರೆಂಡ್ಸ್ ಕಾಮ್-ಟೆಕ್
ನಂ. ೧೫ (೧೪೬), ೨ನೇ ಮುಖ್ಯರಸ್ತೆ
ಚಾಮರಾಜಪೇಟೆ, ಬೆಂಗಳೂರು ೫೬೦ ೦೧೮
✆ ೨೬೫೨೮೪೫೪

ಮುದ್ರಣ

ವಿರಾಳಂ ಗ್ರಾಫಿಕ್ಸ್,
ಚಾಮರಾಜಪೇಟೆ, ಬೆಂಗಳೂರು ೫೬೦ ೦೧೮
✆ ೨೬೬೦೬೯೯೬

ನಿರ್ದೇಶಕರ ಮಾತು

ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನಾ ಕೇಂದ್ರವು ಶಿಕ್ಷಣದ ಎಲ್ಲಾ ಹಂತಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು, ಆಕರ ಗ್ರಂಥಗಳು, ಪರಾಮರ್ಶನ ಕೃತಿಗಳು, ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಕೈಪಿಡಿಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ದೊಡ್ಡ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆ ೨೦೦೪-೦೫ರಲ್ಲಿ ಜಾರಿಗೆ ತಂದಿರುವ ಹೊಸ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಅಧರಿಸಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಕೈಪಿಡಿಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಕೇಂದ್ರ ಆರಂಭಿಸಿದೆ.

ಈ ಕಾರ್ಯ ಅನೇಕರ ಸಹಕಾರ-ಸಹಯೋಗದಿಂದ ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ನಾವು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಪಠ್ಯಗಳಿಗೆ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆಯು ಅಧಿಕೃತ ಪಠ್ಯಗಳೆಂದು ಮನ್ನಣೆ ನೀಡಿದೆ. ಇದು ತುಂಬಾ ಮಹತ್ವದ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ. ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆಯ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಗೋನಾಳ್ ಭೀಮಪ್ಪ ಇವರಿಗೆ ನಾವು ತುಂಬಾ ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿದ್ದೇವೆ.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಸಂಪಾದಕರಾಗಿ ನಾಡಿನ ಅನೇಕ ಹಿರಿಯ ವಿದ್ವಾಂಸರು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಹಯೋಗದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಲೇಖಕರು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ನಾನು ವಂದನೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಈ ಕೇಂದ್ರದ ಹಿಂದಿನ ಶಕ್ತಿಯೆಂದರೆ ಕುಲಪತಿಗಳಾದ ಡಾ. ಬಿ.ಎ. ವಿವೇಕ ರೈ. ಅವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರವು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮಾನ್ಯ ಕುಲಪತಿಗಳಿಗೆ, ಕುಲಸಚಿವರಿಗೆ, ಕೇಂದ್ರದ ಸಲಹಾ ಮಂಡಳಿ ಸದಸ್ಯರಿಗೆ, ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರು ಮತ್ತು ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ ಕೇಂದ್ರದ ಪರವಾಗಿ ನಾನು ಕೃತಜ್ಞತೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಪ್ರಸ್ತುತ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಎರಡನೇ ವರ್ಷದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯವನ್ನು ತುಂಬಾ ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅದರ ಸಂಪಾದಕರಾದ ಪ್ರೊ. ಎಚ್.ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್ ಅವರಿಗೆ ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರೊ. ಗಾಯತ್ರಿಮೂರ್ತಿ ಹಾಗೂ ಡಾ. ಎ.ಓ. ಆವಲಮೂರ್ತಿ ಅವರಿಗೆ ನಾನು ವಂದನೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಡಾ. ಟಿ.ಆರ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ

ಸಂಪಾದಕರ ಮಾತು

ಮೊದಲ ವರ್ಷದ ಪದವಿಪೂರ್ವ ತರಗತಿಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪಠ್ಯ ಪುಸ್ತಕ ರಚನಾ ಕೇಂದ್ರವು ಪ್ರಕಟಿಸಿತ್ತು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಂದ ಹಾಗೂ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಂದ ದೊರೆತ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹದ ಫಲವಾಗಿ ಎರಡನೇ ವರ್ಷದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ರಚನೆಗೆ ಕೈಹಾಕಿದ್ದೇವೆ. ರಾಜ್ಯಮಟ್ಟದ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುವಲ್ಲಿ ಈ ಪುಸ್ತಕ ನೆರವಾಗಲಿದೆ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಓದುತ್ತಿರುವವರಿಗೂ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಅರ್ಥವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಓದಿಕೊಂಡರೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯಗಳು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರುವ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿಗೆ ಹೊಂದುವ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪದಗಳನ್ನು ಜೊತೆ ಜೊತೆಯಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದೇವೆ.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವಾದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಸೀಮಿತ ಪರಿಧಿಯೊಳಗೆ ಅಧಿಕೃತ ವಿಷಯಗಳ ನಿರೂಪಣೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಜೊತೆಗೆ, ಈ ಬಾರಿ ಈ ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಇಲಾಖೆಯಿಂದ ಅಧಿಕೃತ ಮನ್ನಣೆ ದೊರಕಿದ್ದು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚೌಕಟ್ಟಿನೊಳಗೆ (ಗಾತ್ರದ ಮಿತಿಯೂ ಸೇರಿದಂತೆ) ಪಠ್ಯ ರಚನೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗಾಗಿ ಅಧಿಕೃತ ಪಠ್ಯಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿರುವಂತೆ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಮೊಟಕುಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅರ್ಥಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಅನಿವಾರ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದ ಕಡೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಣ್ಣ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ ಮುದ್ರಿಸಿದೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಮೂಲ ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಮೂಡಿಸಬಹುದೆಂದು ಕಂಡುಬಂದ ಕಡೆ ಪಠ್ಯದ ಚೌಕಟ್ಟಿನಿಂದಾಚೆಗೂ ಕೈಯಾಡಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ 'ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿವರಣೆ ಇದ್ದಿದ್ದರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿರುತ್ತಿತ್ತೇನೋ' ಅನ್ನಿಸುವುದು ಸಹಜ. ಪದವಿಪೂರ್ವ ಇಲಾಖೆಯವರು ರಾಜ್ಯಾದ್ಯಂತ ಅನೇಕ ಪುನಶ್ಚೇತನ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಚರ್ಚೆಗಳಿಗೆ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪಾಲ್ಗೊಂಡಾಗ ದೊರೆತ ಅನುಭವದಿಂದ ಪಠ್ಯ ವಿಷಯ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ಮಾರ್ಪಾಟು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಷಯ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ನಮ್ಮ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರುಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಡನೆ ಸಮಾಲೋಚನೆ ನಡೆಸುವಾಗ ಈ ಕೊರತೆ ತುಂಬಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಪಠ್ಯವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳು ನಡೆದಿದ್ದು ಪಠ್ಯಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ತಿದ್ದುಪಡಿಗಳನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಆ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನೂ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅರ್ಥವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಗಾರಗಳಲ್ಲಿ ತಜ್ಞರು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪುಸ್ತಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಇದನ್ನೂ

ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಮಾದರಿ ಪ್ರಶ್ನೆ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೂಕ್ತ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಅಧಿಕೃತ ಪಠ್ಯವು ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಪದಗಳ ಅರ್ಥವ್ಯಾಪ್ತಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಬೇಕಿತ್ತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 'Mention' ಎಂಬ ಶಬ್ದವನ್ನು ಅನೇಕ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಮಾದರಿ ಪ್ರಶ್ನೆಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಪದವನ್ನು ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೇ ಮೀಸಲಿಡಲಾಗಿದೆ. ಮಾದರಿ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಒಂದು ವಾಕ್ಯದ ಉತ್ತರ ಸಾಕೆಂದು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವಾಗ ಈ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ 'ಹೆಸರಿಸಿ' ಅಂತ ಅರ್ಥೈಸಿದರೆ ಒಂದೇ ಸಾಲಿನ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ ವಿಷಯ ಅರ್ಥವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಕಡೆ ನಾವು ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವಹಿಸಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಣೆ ನೀಡಿದ್ದೇವೆ. ಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಣೆ ಮಾತ್ರ ಕೊಟ್ಟು ಅದರ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಕೈಬಿಟ್ಟಿದ್ದೇವೆ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ನಮ್ಮ ವಿಧಾನ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆಯೆಂಬ ಆಕ್ಷೇಪಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ.

ಸಮಯದ ಅಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಇನ್ನಷ್ಟು ಲೇಖಕರನ್ನು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಷಾದಿಸುತ್ತೇನೆ. ಪ್ರೊ. ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿಯವರು ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣದ ಮೂರು ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಡಾ. ಎ.ಒ. ಆವಲಮೂರ್ತಿಯವರು ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಮೊದಲ ಎಂಟು ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇವರುಗಳಿಗೆ ನನ್ನ ಪ್ರೀತಿಪೂರ್ವಕವಾದ ವಂದನೆಗಳು.

ಈ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ಹಂಪಿಯ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನಾ ಕೇಂದ್ರದ ಸಲಹಾ ಸಮಿತಿಗೆ ನನ್ನ ವಂದನೆಗಳು. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಲಹೆ, ಸಹಕಾರ ನೀಡಿದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನಾಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಡಾ. ಟಿ.ಆರ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಅವರಿಗೆ ನಾನು ಆಭಾರಿ.

ಅಕ್ಷರ ಸಂಯೋಜನೆ ಕೆಲಸವನ್ನು ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟು ರೇಖಾ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸುಂದರವಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿರುವ ಫ್ರೆಂಡ್ಸ್ ಕಾಮ್-ಟೆಕ್‌ನ ಗೆಳೆಯರಿಗೆ ನನ್ನ ವಂದನೆಗಳು. ಬರವಣಿಗೆಯ ಎಲ್ಲಾ ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದ್ದು ನನ್ನ ಹೆಂಡತಿ ಲಲಿತಾ. ಆಕೆಗೆ ನಾನು ಆಭಾರಿ.

ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ, ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಲು ನೆರವಾಗುವ ಇಂತಹ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡು ನಡೆಸುತ್ತಾ ಬಂದಿರುವ ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಕುಲಪತಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾಗಿ ಮುದ್ರಿಸಿದ ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ನನ್ನ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ವಂದನೆಗಳು.

ಪ್ರೊ. ಎಚ್.ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್

ಪಿ.ಯು.ಸಿ. ಎರಡನೇ ವರ್ಷ
ಪರಿಷ್ಕೃತ ಪಠ್ಯ

ಸೂಚನೆ : ಮಾನಗಳು, ಪ್ರತೀಕಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಕ್ಷೇಪಗಳನ್ನು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾನಕ ಸಂಸ್ಥೆ ಮಾಡಿರುವ ಸಲಹೆಯಂತೆಯೇ ಬಳಸಬೇಕು. ಸದಿಶ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು.

ವಿಭಾಗ 1

ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ

1.1 **ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ :** ಆಯತಾಕಾರದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನ - ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ. ಲಂಬ ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ (ವಸ್ತು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ) - ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ಅದರ ಅನ್ವಯಗಳು - ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಪರ್ಕ ಕ್ರಿಯೆಗಾಗಿ ಅದರ ಬಳಕೆ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು. 3 ಗಂಟೆ**

1.2 **ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ :** ಅಶ್ರಗಕೋನ (A) ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ (D) ಗಳ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ವರ್ಣ ವಿಭಜನೆ - ಶುದ್ಧ ರೋಹಿತ ಪಡೆಯಲು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ - ತೆಳು ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ - ವರ್ಣ ವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ - ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿರ್ಬಂಧಗಳ ಪ್ರಸ್ತಾಪ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು. 2 ಗಂಟೆ**

1.3 **ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ :** ಗೋಳತಲದ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಮತ್ತು n, u, v ಮತ್ತು r ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ (ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪ ವಸ್ತುವು ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವಾಗ) - ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ - ವರ್ಧನೆ - ಎರಡು ತೆಳು ಮಸೂರಗಳು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುತ್ತಿರುವಾಗಿನ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಎರಡು ತೆಳು ಮಸೂರಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗಿನ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪ. **ಲೆಕ್ಕಗಳು. 3 ಗಂಟೆ**

ವಿಭಾಗ 2

ಭೌತ ದ್ಯುತಿಪ್ರಕರಣ

2.1 **ಬೆಳಕಿನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿಗೆ ಪೀಠಿಕೆ :** ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರಸಿಪಾದಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ - ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕಿರುವ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ $C = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ ಪ್ರಸ್ತಾಪ - ಹರ್ಟ್ಸ್ ಪ್ರಯೋಗದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - ಪ್ಲಾಂಕ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ - ಬೆಳಕಿನ ದ್ವಂದ್ವ ಸ್ವಭಾವ. **1 ಗಂಟೆ**

2.2 **ವ್ಯತಿಕರಣ :** ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿದ್ಯಮಾನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ವಿವರಣೆ - ರಚನಾತ್ಮಕ ಹಾಗೂ ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿಬಂಧನೆಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಯಂಗ್ ದ್ವಿ ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗ - ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟಿಯ ಅಗಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ತೆಳು ಫಿಲ್ಮ್ ಹಾಗೂ ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ, **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **3 ಗಂಟೆ**

2.3 **ವಿವರ್ತನೆ :** ವಿದ್ಯಮಾನದ ವಿವರಣೆ ಫ್ರೆನೆಲ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ - ಏಕ ಸೀಳುಗಂಡಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರ್ತನೆಯ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ (ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ಮಾದರಿ) - ಸಮತಲ ವಿವರ್ತನ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಮೇಲೆ ಲಂಬ ಆಪತನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ - ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ - ರ‍್ಯಾಲೀ ನಿರ್ಧಾರಕ ಅಂಶ - ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಗಳ ಪ್ರಸ್ತಾಪ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **2 ಗಂಟೆ**

2.4 **ಧ್ರುವೀಕರಣ :** ವಿದ್ಯಮಾನದ ವಿವರಣೆ - ಧ್ರುವೀಕೃಕ ಹಾಗೂ ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುವ ವಿವರಣೆ - ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲ ಹಾಗೂ ಕಂಪನ ಸಮತಲಗಳ ವಿವರಣೆ - ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು :- ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ, ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮ, ವಕ್ರೀಭವನ, ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ, ಆಯ್ದ ಹೀರಿಕೆ - ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಅನ್ವಯಗಳು - ದ್ಯುತಿಪಟುತ್ವ - ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ - ಲಾರೆಂಟ್ಸ್ ಅರೆನೆರಳಿನ ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್‌ನ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯವಿಧಾನದ ವಿವರಣೆ - ವರ್ತುಳೀಯ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘವೃತ್ತೀಯ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸ್ತಾಪ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **4 ಗಂಟೆ**

2.5 **ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ :** ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮೈಕೆಲ್ಸನ್ ನಡೆಸಿದ ಆವರ್ತನೀಯ ಕನ್ನಡಿ ಪ್ರಯೋಗ - ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ. **1 ಗಂಟೆ**

ವಿಭಾಗ 3

ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್

3.1 **ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗಳು :** ಆವೇಶಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಹಾಗೂ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ - ಆವೇಶದ SI ಏಕಮಾನಗಳು.

3.2 **ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ :** ಸ್ಥಾಯಿವಿದ್ಯುತ್ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ, ದ್ವಿಧ್ರುವಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ಮಾಧ್ಯಮದ ಧ್ರುವೀಕರಣ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ, ಬಲರೇಖೆಗಳು, ಫ್ಲಕ್ಸ್, ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯ, ಪ್ರಮೇಯದ ಅನ್ವಯಗಳು, ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. **3 ಗಂಟೆ**

3.3 **ಧಾರಕಗಳು :** ಧಾರಕತೆಗೆ ವಿವರಣೆ ಮತ್ತು ಅದು ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವ ಸಂಗತಿಗಳು - ಧಾರಕೆಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಬಳಸುವ ಮಾನಗಳು - ಗೋಳೀಯವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಧಾರಕದತತ್ವ - ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕ ಮತ್ತು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆಯ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು - ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಧಾರಕಗಳ ಜೋಡಣೆಯಾದಾಗಿನ ಧಾರಕತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ : 1) ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆ, 2) ಶಾಖಾಬಂಧ, ಧಾರಕಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **4 ಗಂಟೆ**

ವಿಭಾಗ 4

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ

4.1 **ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ :** ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ನೋಟ - ಮಂದವೇಗ ಮತ್ತು ಚಲನಶೀಲತೆಗೆ ವಿವರಣೆ - $I = neAv_d$ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಓಮ್ ನಿಯಮದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ರೋಧದ ಉಗಮ - ರೋಧತೆಯ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ - ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ - ಅಧಿವಾಹಕತೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ - ಕ್ರಾಂತಿ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಕ್ರಾಂತಿ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿವರಣೆ - ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕತೆ - ಅಧಿವಾಹಕಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು - ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಅದರ ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸುವುದು - ರೋಧಗಳ ವರ್ಣ ಸಂಕೇತ - ರೋಧಗಳ ಶ್ರೇಣೀ ಬಂಧ ಮತ್ತು ಶಾಖಾಬಂಧಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಹಾಗೂ ಆಂತರಿಕ ರೋಧಗಳಿಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ - ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವ ಓಮ್ ನಿಯಮ. **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **4 ಗಂಟೆ**

4.2 **ಕಿರ್ಖಫ್ ನಿಯಮಗಳು :** ಕಿರ್ಖಫ್ ನಿಯಮಗಳು ಹೇಳಿಕೆ ಹಾಗೂ ವಿವರಣೆ ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲದ ವಿವರಣೆ - ಕಿರ್ಖಫ್ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಕಾರ್ಯ ವೈಖರಿಯ ನಿರೂಪಣೆ. **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **2 ಗಂಟೆ**

4.3 ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮ : ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮ - ಬಯೋ-ಸಾವರ್ಟ್ ನಿಯಮದ ಹೇಳಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿವರಣೆ - ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದ ಸುರುಳಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಕಾಂತ ದ್ವಿಧ್ರುವ - ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ - ನೇರವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ, ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಅದರ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಹೆಸರಿಸುವುದು - ಭೌಮಿಕ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು - ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮದ ಹೇಳಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿವರಣೆ - ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮಾಪಕದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸಿದ್ಧಾಂತ. **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **4 ಗಂಟೆ**

4.4 ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪರಿಣಾಮ : ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ - ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ - ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ನಿಯಮ - ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿವರಣೆ - ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲ - ಆಂಪೇರ್‌ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ - ಸಮರೂಪಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಭ್ರಾಮಕ - ಚರ ಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ರಚನೆ - ಮತ್ತು ಸಿದ್ಧಾಂತ - ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು - ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು. **3 ಗಂಟೆ**

4.5 ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ : ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ನಿಯಮಗಳು ಮತ್ತು ವಿವರಣೆ. ಲೆಂಟ್ಸ್‌ನಿಯಮ - ಏಕರೀತಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸರಳಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಣ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ - ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆಗಳ ವಿವರಣೆ - ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸುವುದು - ಆವರ್ತ (ಸುಳಿ) ಪ್ರವಾಹ - ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ emfಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ - ACಯ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಗಳಿಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಶೃಂಗ, ಸರಾಸರಿ ಮತ್ತು rms ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸುವುದು - ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧರೋಧ, ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕ ಮತ್ತು ಶುದ್ಧಧಾರಕಗಳಿದ್ದಾಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿರುವ ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - LCR ಸರಣಿಮಂಡಲದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರೆದು ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ವಿದ್ಯುತ್ ಅನುರಣನೆಗೆ ವಿವರಣೆ - ಅನುರಣನೆಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಕಾರಕಗಳಿಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ - AC ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ - ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಾಂಶ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬಳಕೆ ಮಾಡದೆಯೇ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಸಾಧನಗಳು - ಚೋಕ್‌ನ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - ಕಾಂತೀಯ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು - ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯವೈಖರಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ನಷ್ಟಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಸರಿಸುವುದು - ac ವಿದ್ಯುತ್

ಮಾಪಕಗಳ ತತ್ವ, ಚಲಿಸುವ ಕಬ್ಬಿಣ ಮಾದರಿಗೆ - ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸಾಗಣೆ - ac ಮತ್ತು dc ಗಳ ವಿಶೇಷ ಬಳಕೆ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **3 ಗಂಟೆ**

ವಿಭಾಗ 5

ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

5.1 **ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಪೀಠಿಕೆ :** ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯ ವಿಧಗಳು - ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ *e/m* ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಡನ್ನಿಂಗ್‌ಟನ್ ವಿಧಾನ - ರೋಹಿತ ವಿಧಗಳು - ಉತ್ಸರ್ಜನ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತಗಳು - ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ - ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ರೋಹಿತದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ (ಆವೃತ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಒತ್ತು ನೀಡಿ). **2 ಗಂಟೆ**

5.2 **ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ :** ವಿವರಣೆ - ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗ - ಪ್ರಯೋಗಾವಲೋಕನಗಳು - ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮದ ವಿವರಣೆ - ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳು ತತ್ವ ಮತ್ತು ಅನ್ವಯಗಳು - ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕ ಕೋಶ, ದ್ಯುತಿವಿಭವ ಕೋಶ, ದ್ಯುತಿವಾಹಕ ಕೋಶ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **2 ಗಂಟೆ**

5.3 **ತರಂಗಕಣ ದ್ವೈತತತ್ವ :** ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ - ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಯುದ್ದಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ - ಜಿಪಿ ಥಾಮ್ಸನ್ ತತ್ವ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗ - ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಸೂತ್ರ - ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ - ಪ್ರೇಕ್ಷಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ - ಪರಮಾಣು ಬಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ. **2 ಗಂಟೆ**

5.4 **ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ :** ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಹೋಲುವ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಬೋರ್ ಮಾದರಿ - ಬೋರ್ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು - ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಕ್ಷೀಯವೇಗ, ಒಟ್ಟುಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮೀಕರಣಗಳ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿ - ಉದ್ರೇಚನೆ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ವಿವರಣೆ - ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **3 ಗಂಟೆ**

5.5 **ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆ :** ಸಂಸಕ್ತ ಮತ್ತು ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಗಳಿಗೆ ವಿವರಣೆ - ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರ ನೀಲಿ - ಸೂರ್ಯಾಸ್ತ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯೋದಯದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ವರ್ಣ - ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಮೂಲಭೂತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮತ್ತು ಅನ್ವಯಗಳು. **1 ಗಂಟೆ**

5.6 **ಲೇಸರ್ :** ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಗಳಲು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ - ಲೇಸರ್ ಕಾರ್ಯ - ಸಮಸ್ಟಿ ಪ್ರತಿಲೋಮನ - ಅಪ್ಟಿಕಲ್ ಪಂಪಿಂಗ್ - ಲೇಸರ್ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು - ರೂಬಿ ಲೇಸರ್, ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ - ಲೇಸರ್ ಅನ್ವಯಗಳು - ಫೋಟಾನಿಕ್ಸ್ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯ. **2 ಗಂಟೆ**

5.7 ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ : ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು - ದ್ರವಬಿಂದು ಮಾದರಿಯ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ - ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - NMR ನ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಅನ್ವಯ - ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು - ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರಾಶಿ - ಶಕ್ತಿ ಸಂಬಂಧ - ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಮಾನ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್‌ನ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ - 1amu = 931 MeV ಎಂದು ಸಾಧಿಸುವುದು - ರಾಶಿಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ರಾಶಿ - ರಾಶಿನಷ್ಟ - ಬಂಧನಶಕ್ತಿ - ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ - ಶಕ್ತಿ - ಬಂಧನಶಕ್ತಿ ವಕ್ರರೇಖೆ - ಸಂಕುಲನ ಗುಣಾಂಕ - ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಲನ (ಸಮೀಕರಣದೊಂದಿಗೆ) - ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ - ಕ್ರಾಂತಿರಾಶಿ - ಅನಿಯಂತ್ರಿತ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ - ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ತತ್ವ - ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ವಿಲೇವಾರಿ - ಬೈಜಿಕ ಸಂಲಯನ - ನಕ್ಷತ್ರ ಶಕ್ತಿ (ಕಾರ್ಬನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್) - ಪ್ರೋಟಾನ್ ಚಕ್ರಗಳು - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **4 ಗಂಟೆ**

5.8 ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ : ವಿಕಿರಣ ಪಟುತ್ವದ ನಿಯಮಗಳು - 1) ಸಾಡಿಯ ಗುಂಪು ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ನಿಯಮಗಳು, 2) ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮ - $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ವಿವರಣೆ - ಅರ್ಧಾಯುವಿಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ - ಸರಾಸರಿ ಆಯುವಿನ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಹೆಸರಿಸುವುದು - ಸರಾಸರಿ ಮತ್ತು ಅರ್ಧಾಯುವಿನ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ - ಪಟುತ್ವದ ಏಕಮಾನಗಳು ಬೆಕ್ವೆಕಲ್ ಮತ್ತು ಕ್ಯೂರಿ - ಕೃತಕ ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ - ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು - ಅವುಗಳ ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸುವುದು - ವಿಕಿರಣದ ಜೈವಿಕ ಪರಿಣಾಮ - ರಕ್ಷಣಾಕ್ರಮಗಳು - **ಲೆಕ್ಕಗಳು.** **3 ಗಂಟೆ**

5.9 ಮೂಲಕಣಗಳು : ಲೆಪ್ಟಾನ್ ಮತ್ತು ಹೇಡ್ರಾನ್ ಸಂಬಂಧ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು- ಬೀಟ ಕ್ಷಯದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಊಹೆ-ಕ್ವಾರ್ಕ್. **1 ಗಂಟೆ**

5.10 ಘನಸ್ಥಿತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ : ಘನವಸ್ತುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಪಟ್ಟಿ, ಬ್ಯಾಂಡ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ - ವಾಹಕ, ಅವಾಹಕ ಮತ್ತು ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ - ಅಂತಸ್ಥ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ - ಅಂತಸ್ಥ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ಅರೆವಾಹಕಗಳು - *p* ಮತ್ತು *n* ಬಗೆಯ ಅರೆವಾಹಕಗಳು - ಸಂಧಿ ಜೋಡಣೆ (ವಿನ್ಯಾಸ) - ಸಂಧಿಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ - ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಮತ್ತು ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಸಿಂಗ್ - ಅರ್ಧ ಆವರ್ತ ಮತ್ತು ಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಣಗಳು - LED, ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗಳ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ಹಾಗೂ ಅನ್ವಯಗಳು - ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳು - *npn* ಮತ್ತು *pnp* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳು - ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ - ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ *npn* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ (*CE* ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ). **4 ಗಂಟೆ**

5.11 ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ : ಅಂತಾಕ್ಮಾಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ - ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು - *AND, OR, NOT, NOR* ಮತ್ತು *NAND* ಪ್ರತೀಕಗಳು ಮತ್ತು ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕಗಳು - ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು ಅನ್ವಯಗಳು (ಬೂಲಿಯನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು) - ಅರ್ಧ ಸಂಕಲಕ (half adder) ಹಾಗೂ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕ (full adder). **1 ಗಂಟೆ**

5.12 ಮೆದು ಸಾಂದ್ರೀಕೃತದ್ರವ್ಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ : ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ವರ್ಗೀಕರಣ - ಥರ್ಮೋಟ್ರೋಪಿಕ್ (ನೆಮಾಟಿಕ್, ಕೊಲೆಸ್ಟ್ರಿಕ್ ಮತ್ತು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್) ಮತ್ತು ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳ - ಅವುಗಳ ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸುವುದು - ಎಮಲ್ಶನ್, ಜೆಲ್ ಮತ್ತು ಬುರುಗು (form)ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು. **2 ಗಂಟೆ**

ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪಟ್ಟಿ

ಸೂಚನೆ :೧. ಮೊದಲ ಎರಡನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ, ಕನಿಷ್ಠ ಹನ್ನೆರಡು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನಾದರೂ ಮಾಡಲೇಬೇಕು.
೨. SI ಮಾನಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಬೇಕು.

೧. ಪೀನ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದು.

೨. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್.

೩. ಗಾಳಿಬೆಣೆ (wedge)ಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿಕರಣ.

೪. ವಿವರ್ತನ ಜಾಲಕ (Grating).

೫. ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್.

೬. ಓಮ್ ನಿಯಮ.

೭. ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಜ್.

೮. ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್.

೯. ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಾಮೀಟರ್.

೧೦. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ.

೧೧. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕವನ್ನು ವಿಭವಮಾಪಕವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು.

೧೨. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ.

೧೩. ಜೌಲ್ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕ.

೧೪. ಸ್ವಪ್ರೇರಕತೆ (self induction).

೧೫. ಪಿ.ಎನ್. ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್.

೧೬. ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು.

೧೭. ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ವಿಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವಿಭವದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಪರಿವಿಡಿ

ವಿಭಾಗ ೫

ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಅನುಬಂಧಗಳು

ಕ್ರಮ ಸಂಖ್ಯೆ ೧, ೨, ೩ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಪ್ರೊ. ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ ಅವರು ೧೭, ೧೮, ೧೯, ೨೦, ೨೧, ೨೨, ೨೩, ೨೪ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಡಾ. ಎ.ಎ. ಆವಲಮೂರ್ತಿ ಅವರು ಹಾಗೂ ಉಳಿದ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಪ್ರೊ. ಎಚ್.ಆರ್. ರಾಮಕೃಷ್ಣರಾವ್ ಅವರು ಬರೆದಿರುತ್ತಾರೆ.

ವಿಭಾಗ ೧

೧. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ವಿಚಾರಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದವು ಮತ್ತು ಎಲ್ಲರೂ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರಬಲ್ಲಂಥವು

- ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ...

ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ, ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಕಾರಣ, ಆಯತಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗಿನ ವಕ್ರೀಭವನ, ಲಂಬ ಪಲ್ಲಟ, ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ಅದರ ಅನ್ವಯಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪೀಠಿಕೆ

ಬೆಳಕು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ. ಸುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗಲು ಬೆಳಕು ಕಾರಣ. ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಚೆದರಿದ ಬೆಳಕು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅವು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಗೆ 'ಬೆಳಕು ಕಾರಣ ಕಣ್ಣು ಸಾಧನ' ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ನೀವು ಬೆಳಕಿನ 'ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣ ತತ್ತ್ವ'ವನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದೀರಿ. ವಸ್ತುಗಳ ನೆರಳು, ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಗ್ರಹಣಗಳು ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕಿನ ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಅದರ ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಹಾಗೂ ಇವುಗಳನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ **ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳ** (*optical instruments*) ವಿಧ್ಯುಕ್ತ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು **'ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ'** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವಭಾವವೇನು ? ಅದು ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಏಳುವುದಿಲ್ಲ. 'ಭೌತದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ'ದಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ (*geometrical optics*) ಮತ್ತು ಭೌತದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ (*physical optics*)ಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾದ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಇವೆರಡನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ **ದ್ಯುತಿ ವಿಜ್ಞಾನ** (*optics*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಬೆಳಕು ಪ್ರಸರಣ ಹೊಂದುವ ಮಾಧ್ಯಮವು **ದ್ಯುತಿ ಮಾಧ್ಯಮ** (*optical medium*). ನಿರ್ವಾತ ಸಹ ದ್ಯುತಿ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿದೆ. ವಾಯು, ನೀರು, ಗಾಜು ಇತ್ಯಾದಿ ದ್ಯುತಿ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು. ದ್ಯುತಿ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಏಕ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿದ್ದರೆ

ಅದು **ಸಮರೂಪಿ ಮಾಧ್ಯಮ** (*homogeneous medium*). ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಆಪಾತದಿಶೆಯನ್ನು (*direction of incidence*) ಅವಲಂಬಿಸದೆ ಎಲ್ಲಾ ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಇರುವಂತಹದ್ದು **'ಸಮವರ್ತಿ ಮಾಧ್ಯಮ'**. ವಾಯು, ಗಾಜು, ನೀರು ಇತ್ಯಾದಿ ಸಮವರ್ತಿ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನದ ನಿಯಮಗಳು ಸಮರೂಪಿ, ಸಮವರ್ತಿ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಬರುವ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು ಸಮರೂಪಿ, ಸಮವರ್ತಿ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು.

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಅದು ಚಲಿಸುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ನಿರ್ವಾತ / ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 3×10^8 ಮೀ/ಸೆ. ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 3×10^8 ಮೀ/ಸೆ ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿರ್ವಾತ / ವಾಯು **ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮ.** ವಾಯುವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿ, ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಮಾಧ್ಯಮಗಳೂ **ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು.** ಬೆಳಕು ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿದಾಗ ವೇಗ ಜಾಸ್ತಿ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ವಿರಳವೆಂದೂ, ವೇಗ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಸಾಂದ್ರವೆಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬೆಳಕು ನೀರಿನಿಂದ ಗಾಜಿನೊಳಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 2.26×10^8 ಮೀ/ಸೆ ಮತ್ತು ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 2×10^8 ಮೀ/ಸೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೀರು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮವೆಂದೂ ಗಾಜು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮವೆಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಬಗ್ಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ಹಿಂದಿನ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನದ ಬಗ್ಗೆ ಮುಂದೆ ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದೆ.

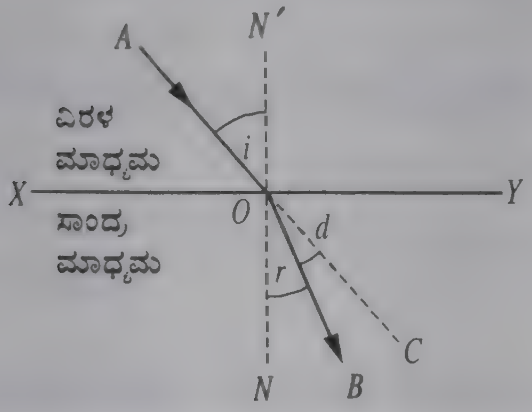
ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಬೆಳಕು ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೇಲೆ ಓರೆಯಾಗಿ ಬಿದ್ದು ಆ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ಪ್ರಸರಣ ವೇಗ ಬದಲಾಗುವುದರಿಂದ ಅದರ ಅಲೆಯುದ್ದ ಬದಲಾಗಿ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗುವ ವಿಚಲತೆಗೆ (*deviation*) ವಕ್ರೀಭವನ ಎಂದು ಹೆಸರು. ವಿಚಲತೆಯನ್ನು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

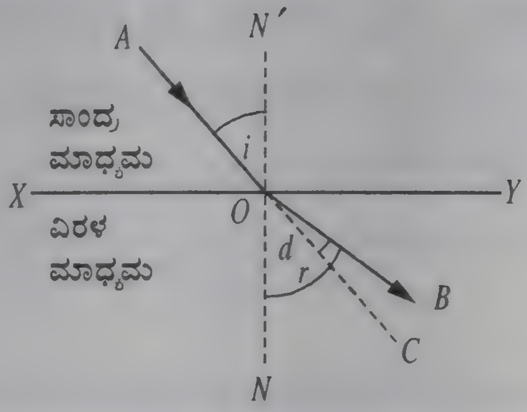
ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ AO ಆಪಾತಕಿರಣ, OB ವಕ್ರೀಭವಿತ ಕಿರಣ. O ಆಪಾತಬಿಂದು, XY ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು NON' ಆಪಾತ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬರೇಖೆ.

ಚಿತ್ರ 1.1(*a*) ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ AO ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಲಂಬರೇಖೆಯತ್ತ ಬಾಗುತ್ತದೆ (OB). ಅಂತೆಯೇ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ

(*AO*) ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ (*OB*) ಕ್ಕೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 1.1(*b*)).



ಚಿತ್ರ 1.1 (*a*)



ಚಿತ್ರ 1.1 (*b*)

ಆಪಾತಕಿರಣ ಮತ್ತು ಲಂಬರೇಖೆಯ ನಡುವಿನ ಕೋನವನ್ನು **ಆಪಾತಕೋನ** (*i*) ಎಂದೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಲಂಬರೇಖೆಯ ನಡುವಿನ ಕೋನವನ್ನು **ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ** (*r*) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಚಿತ್ರ 1 (*a* ಮತ್ತು *b*) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಆಪಾತಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದಿದಾಗ ತನ್ನ ಮೂಲಪಥದಿಂದ (*AOC*) ಬಾಗುವ ಕೋನವನ್ನು $\left(d=\angle BOC\right)$ **ವಿಚಲನ ಕೋನ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

$\left\{d=(i-r)\text{ಅಥವಾ } d=(r-i)\right\}$

ವಕ್ರೀಭವನದ ನಿಯಮಗಳು

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗಿನ ವಕ್ರೀಭವನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ನಿಯಮಗಳು :

ನಿಯಮ - 1

ಆಪಾತ ಕಿರಣ, ಆಪಾತ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಎಳೆದ ಲಂಬರೇಖೆ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವಿತ ಕಿರಣ - ಇವೆಲ್ಲ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ನಿಯಮ - 2

ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಜೋಡಿ ಮತ್ತು ನಿಗದಿತ ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣ (ಅಲೆಯುದ್ದ)ಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ; ಬೆಳಕಿನ ಆಪಾತಕೋನದ ಸೈನ್ (*sine*) ಹಾಗೂ ವಕ್ರೀಭವಿತ ಕೋನದ ಸೈನ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಷ್ಪತ್ತಿ ಆ ಎರಡೂ ಮಾಧ್ಯಮ ಕುರಿತಂತೆ ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸ್ನೆಲ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು **ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಆಪಾತಕೋನ i ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ r ಇರಲಿ. ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{ಸ್ಥಿರಾಂಕ} = {}_1n_2 \qquad \ldots (1)$$

ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ **ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಪ್ರತೀಕ ${}_1n_2$; ಮೊದಲನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಎರಡನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ.

ಮೊದಲನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮವು ನಿರ್ವಾತ ಅಥವಾ ವಾಯು ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು **ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ನಿರ್ವಾತಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ವಾಯುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.0001. ಆದ್ದರಿಂದ ವಾಯುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಏಕಮಾನ (1) ಎಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮ (ಈ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಕಿರಣವಿರುತ್ತದೆ) ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n_1 ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮದ (ಈ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವಿತಕಿರಣ ವಿರುತ್ತದೆ) ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n_2 ಆಗಿದ್ದಾಗ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \qquad \ldots (2)$$

ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು.

$${}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} \qquad \ldots (3)$$

ಒಂದು ವೇಳೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಮಾಧ್ಯಮ - 2 ರಿಂದ ಮಾಧ್ಯಮ - 1 ಕ್ಕೆ ಸಾಗಿದರೆ,

$${}_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} \qquad \ldots (4)$$

(3) ಮತ್ತು (4) ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಗುಣಿಸಿದಾಗ

$${}_1n_2 \times {}_2n_1 = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{n_1}{n_2} = 1$$

$$\therefore \quad {}_1n_2 = \frac{1}{{}_2n_1} \qquad \dots (5)$$

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಓರೆಯಾಗಿ ಆಪಾತವಾದಾಗ ಮೇಲೆ ಚರ್ಚಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಆಪಾತವಾದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಕೋನ ಶೂನ್ಯ (0) ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದದೆ ಮತ್ತೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮದೊಳಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ವಕ್ರೀಭವನ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ

ಮಾಧ್ಯಮ ಬದಲಾವಣೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಏಕೆ ವಕ್ರೀಭವಿಸುತ್ತದೆ ? ಮಾಧ್ಯಮ ಬದಲಾದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯೇ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೂ ನೇರ ಸಂಬಂಧವಿದೆ.

ಯಾವುದೇ ಮಾಧ್ಯಮದ 'ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ'ವು ವಾಯು / ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಮತ್ತು ಆ ಮಾಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳ ನಡುವಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

c ಮತ್ತು V ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ವಾಯು / ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿನ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳಿಗೆ ಪ್ರತೀಕಗಳು. ಮಾಧ್ಯಮದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಆದಾಗ

$$n = \frac{c}{V} \qquad \dots (6)$$

ಸಮೀಕರಣ (3) ರಿಂದ $\quad {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{V_2}}{\frac{c}{V_1}}$

V_1 ಮತ್ತು V_2 ಗಳು 1 ಮತ್ತು 2ನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

$$\therefore \quad {}_1n_2 = \frac{V_1}{V_2} \qquad \dots (7)$$

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಅದರ ಅಲೆಯುದ್ದ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಯ ಗುಣಲಬ್ಧ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ ಅಲೆಯುದ್ದ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿ ಎರಡೂ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆಯೇ? ಇಲ್ಲ. ವಕ್ರೀಭವನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ ಮಾತ್ರ

ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾಕೆಂದರೆ ಆವೃತ್ತಿಯು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದ ಗುಣವಾಗಿದ್ದು ಅದು ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಲೆಯುದ್ದವು ಮಾಧ್ಯಮದ ಗುಣವಾದ್ದರಿಂದ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

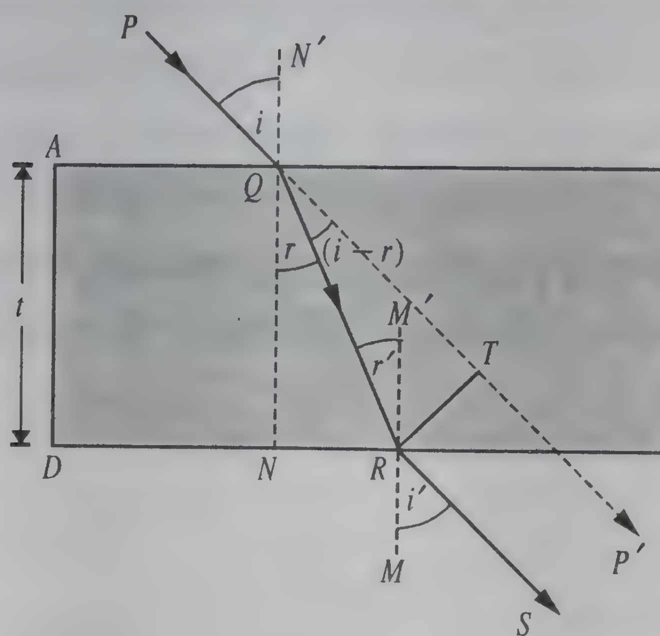
ಈ ಹಿಂದೆ ಆಪಾತಕೋನ ಶೂನ್ಯವಾದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿತ್ತು. ಇದರ ಅರ್ಥ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಪಲ್ಲಟವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಮಾತ್ರ ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಅದರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಂತೂ ಆಗಿಯೇ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಆಯತ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ

ಚಿತ್ರ 1.2 ರಲ್ಲಿ *ABCD* ಯು t ದಪ್ಪ ವಿರುವ ಆಯತ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿ.

PQ - ಆಪಾತಕಿರಣ ಮತ್ತು

r' ಗಾಜಿನೊಳಗೆ ಸಮತಲದ ಮೇಲೆ ಆಪಾತಕೋನ, *RS* ನಿರ್ಗಮ ರೇಖೆ ಮತ್ತು i' ನಿರ್ಗಮಕೋನ



ಚಿತ್ರ 1.2

PQ ಕಿರಣವು ಆಯತಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ *AB* ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದಿ *QR* ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = {}_a n_g \qquad \dots (8)$$

(ಇಲ್ಲಿ g - ಗಾಜಿನ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನೂ, a ವಾಯು ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.)

QR ಕಿರಣವು *CD* ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ

ಕಿರಣವು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತದೆ.

CD ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ

$$\frac{\sin r'}{\sin i'} = {}_g n_a \qquad \ldots (9)$$

ಸಮೀಕರಣ (8) ಮತ್ತು (9) ಗುಣಿಸಿದಾಗ

$$\frac{\sin i}{\sin r} \times \frac{\sin r'}{\sin i'} = {}_a n_g \times {}_g n_a$$

ಆದರೆ ${}_a n_g \times {}_g n_a = 1$ ಮತ್ತು $r = r'$ [ಪರ್ಯಾಯ ಕೋನಗಳು]

$$\therefore \quad \frac{\sin i}{\sin i'} = 1 \text{ ಅಥವಾ}$$

$$i = i' \qquad \ldots (10)$$

ಆಪಾತ ಕೋನ = ನಿರ್ಗಮ ಕೋನ

ಅಂದರೆ, ಆಯತ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಮೂಲಪಥಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಪಲ್ಲಟ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ ನಿರ್ಗಮ ಕಿರಣ (RS) ಆಪಾತ ಕಿರಣಕ್ಕೆ (PQ) ಗೆ ಸಮಾಂತರ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ

ಆಯತ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ನಿರ್ಗಮರೇಖೆಯು ಆಪಾತಕಿರಣಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಪಲ್ಲಟ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಆಪಾತಕಿರಣ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಲಂಬ ದೂರವನ್ನು **ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ** (*laterals shift*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಚಿತ್ರ - 1.2 ರಲ್ಲಿ RT ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$RT = L_s$ ಎಂದು ಸೂಚಿಸೋಣ.

QRT ಲಂಬ ತ್ರಿಕೋನದಿಂದ

$$\frac{L_s}{QR} = \sin(i - r)$$

$$\therefore \quad L_s = QR \sin(i - r) \qquad \ldots (11)$$

ಈಗ, QRN ನ ಲಂಬತ್ರಿಕೋನದಿಂದ,

$$\frac{QN}{QR} = \cos r$$

$$QR = \frac{QN}{\cos r}$$ ಆದರೆ $QN = t$ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ದಪ್ಪ.

$$\therefore \quad QR = \frac{t}{\cos r} \qquad \dots (12)$$

ಸಮೀಕರಣ (11)ರಲ್ಲಿ QR ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ

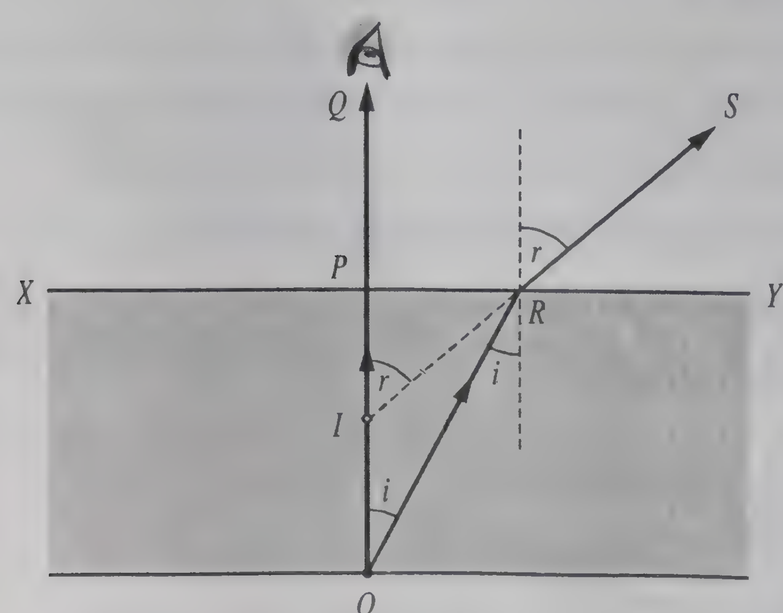
$$L_s = \frac{t \sin(i - r)}{\cos r}$$ ಅಥವಾ $$L_s = t \sec r \sin(i - r) \qquad \dots (13)$$

ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಅಂಶಗಳು

1) ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ದಪ್ಪ
2) ಆಪಾತಕೋನ
3) ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

ಲಂಬಪಲ್ಲಟ (*normal shift*)

ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅದು ಸೀಮಾತಳಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರ ಬಂದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಚಿತ್ರ 1.3ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1.3

ಚಿತ್ರ 1.3 ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ 'O' ಎಂಬುದು n ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಉಪಸ್ಥಿತವಿರುವ ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಬಿಂದು. OPQ ಸೀಮಾತಲ XY ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಆಪಾತವಾಗುವ ಕಿರಣ. ಇದು ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದದೆ ನೇರವಾಗಿ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. OR ಎಂಬುದು O ನಿಂದ ಹೊರಟ ಮತ್ತು OP ಗೆ ಸನಿಹದಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣ. ಇದು XY ಸೀಮಾತಲದ ಮೇಲೆ, i ಆಪಾತಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗಿದೆ. ಈ ಕಿರಣವು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವುದರಿಂದ ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ ಸರಿದಿದೆ. ಇದರ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ r.

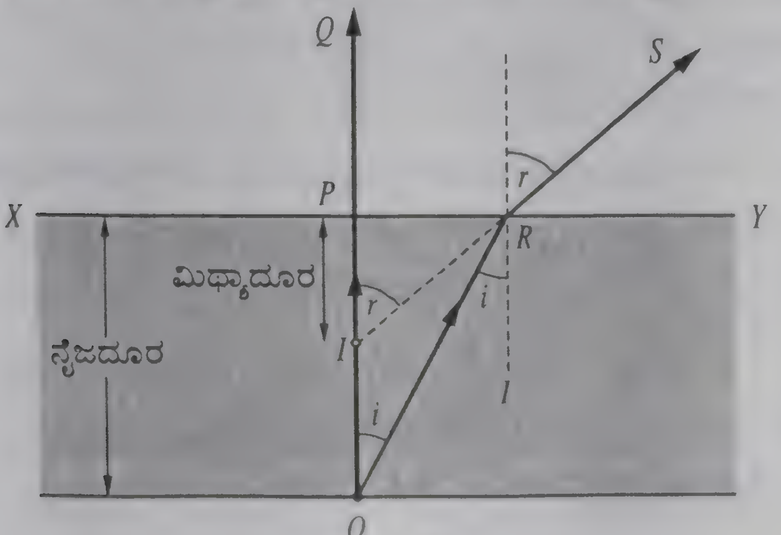
RS ರೇಖೆಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದಾಗ ಅದು OP ಯನ್ನು I ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 'O'ನಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳು I ನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 'I', O ಬಿಂದುವಿನ ಮಿಥ್ಯಾ ಬಿಂಬವಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿರಳಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅದು ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ನೇರಪಲ್ಲಟವನ್ನು **ಲಂಬಪಲ್ಲಟ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ನೀರಿರುವ ಗಾಜಿನ ಲೋಟದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದ ನಾಣ್ಯ ಮೇಲೆದ್ದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಶುಭ್ರವಾದ ನೀರಿನ ಕೊಳವು ನೈಜ ಆಳಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆಳವಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

ಲಂಬಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ

ಚಿತ್ರ 1.4 ರಲ್ಲಿ 'O' ಎಂಬುದು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಉಪಸ್ಥಿತವಿರುವ ಪ್ರಕಾಶ ಬಿಂದು. ಈ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n_2. n_1 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ O ನತ್ತ ನೇರವಾಗಿ ನೋಡಿದಾಗ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಅದು 'I'ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಉಪಸ್ಥಿತವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನ ನೇರವಾಗಿ ಸೀಮಾತಲಕ್ಕೆ ಸನಿಹವಾಗಿ ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುವ ದೂರವೇ **ಲಂಬಪಲ್ಲಟ** (*normal shift*)



ಚಿತ್ರ 1.4

ಚಿತ್ರ 1.4ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ OP ನೈಜದೂರ ಮತ್ತು IP ಮಿಥ್ಯಾದೂರ.

ಲಂಬಪಲ್ಲಟ = ನೈಜದೂರ - ಮಿಥ್ಯಾದೂರ

ಲಂಬಪಲ್ಲಟವನ್ನು N_s ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದರೆ,

$$N_s = OP - IP \qquad \ldots (14)$$

$\angle ORN = \angle POR = i$ ಮತ್ತು $\angle N'RS = \angle PIR = r$ ಎಂದು ಚಿತ್ರ-1.4 ರಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ΔPOR ನಿಂದ, $\qquad \sin i = \frac{PR}{OR}$

ΔPIR ನಿಂದ, $\qquad \sin r = \frac{PR}{IR}$

$$\therefore \quad \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{IR}{OR}$$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_1}{n_2}$ [ಚಿತ್ರ 1.4ಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ]

$$\therefore \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{IR}{OR}$$

ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮ ವಾಯು ಆದಲ್ಲಿ $n_1 = 1$ ಮತ್ತು $n_2 = n$ (n ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ)

$$\therefore \quad \frac{1}{n} = \frac{IR}{OR} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad n = \frac{OR}{IR}$$

R ಬಿಂದುವು P ಗೆ ತುಂಬಾ ಸನಿಹದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ $OR \cong OP$ ಮತ್ತು $IR \cong IP$ ಎನ್ನಬಹುದು.

$$\therefore \quad n = \frac{OP}{IP} \qquad \ldots (15)$$

$$\therefore \quad n = \frac{\text{ನೈಜದೂರ}}{\text{ಮಿಥ್ಯಾದೂರ}} \qquad \ldots (16)$$

ಮತ್ತು $IP = \frac{OP}{n}$

IP ಬೆಲೆಯನ್ನು ಸಮೀಕರಣ (1.4)ರಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ

$$N_s = OP - \frac{OP}{n} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad N_s = OP\left[1 - \frac{1}{n}\right]$$

$OP = t$ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದರೆ

$$N_s = t\left[1 - \frac{1}{n}\right]$$

ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಕೆಲವು ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ :

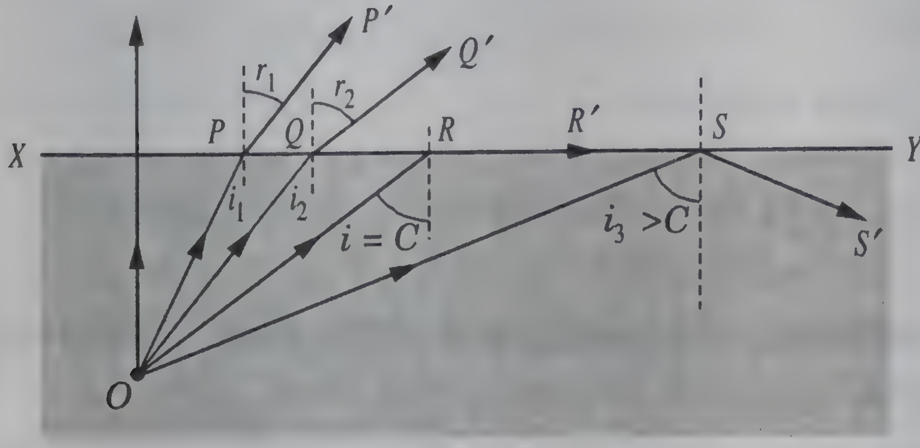
1. ಸೂರ್ಯ ಕ್ಷಿತಿಜದಿಂದ ಮೇಲೆ ಬರಲು 2 ನಿಮಿಷಗಳಿಗಿಂತ ಮೊದಲೇ ಕಾಣುವುದು ಮತ್ತು ಕಂತಿದ ನಂತರ 2 ನಿ.ಗಳ ಕಾಲ ಕಾಣುವುದು ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿಯೆ.
2. ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮಿನುಗಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಕೂಡ ವಾತಾವರಣದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದರಗಳಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಕ್ರೀಭವನವೇ ಕಾರಣ.

ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದೆಡೆಗೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಸೀಮಾತಲದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವಾಗಿ ಅದು ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು ಆಪಾತಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಪಾತಕೋನ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವೂ ಅದಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಬೆಳಕು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವಾಗ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಪಾತಕೋನಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು ಲಂಬಕೋನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಸೀಮಾತಲವನ್ನು ಸವರಿಕೊಂಡು ಸಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1.6 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಿತ ಬಿಂದು ವಸ್ತು '0' ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದೆ. OP ಮತ್ತು OQ ಕಿರಣಗಳು ಅಂತರಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ i_1 ಮತ್ತು i_2 ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗಿವೆ. PP' ಮತ್ತು QQ' ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು. ಇಲ್ಲಿ $r_1 > i_1$, $r_2 > i_2$ ಮತ್ತು $r_2 > r_1$ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರಿದಾಗ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಪಾತಕೋನವಿದ್ದಾಗ $r = 90^\circ$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಆಪಾತಕೋನವೇ **ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ** (*critical angle*).

ಬೆಳಕು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದೆಡೆಗೆ ಸಾಗುವಾಗ, ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತ ಆಪಾತಕೋನಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು 90° ಆಗಿದ್ದು, ವಕ್ರೀಕೃತ ಕಿರಣವು ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಶ್ಚಿತ ಆಪಾತ ಕೋನವನ್ನು ಆ ಮಾಧ್ಯಮದ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 1.6

ಆಪಾತ ಕೋನವು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಬೆಳಕು ಅದೇ ಮಾಧ್ಯಮದೊಳಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1.6 ರಲ್ಲಿ OS ಕಿರಣವು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಂಡು ಆಂತರಿಕವಾಗಿ SS' ಕಿರಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಫಲನ ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು **ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವಾಗ ಆಪಾತಕೋನವು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದೊಳಕ್ಕೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿಫಲನವು ಶೇಕಡಾ ನೂರರಷ್ಟು ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಎಂಬ ಗುಣವಾಚಕವಿದೆ.

ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ ನಿರ್ಬಂಧಗಳು :

1) ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದೆಡೆ ಸಾಗಬೇಕು.

2) ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಆಪಾತಕೋನವು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು.

ಈ ಮೇಲಿನ ನಿಬಂರ್ಧಗಳು ಈಡೇರಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು.

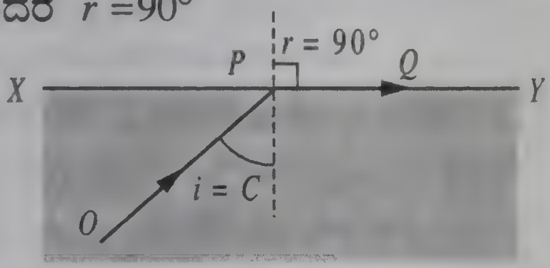
ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ :

1. ಬೆಳಕು ವಿರಳಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವಾಗ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ $r<i$, $i=90°$ ಆದಾಗಲೂ $r=90°$ ಆದ್ದರಿಂದ 'i' ನ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಧ್ಯಬೆಲೆಗಳಿಗೂ ಬೆಳಕು ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

2. ಬೆಳಕು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವಾಗ $i<c$ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದೊಂದಿಗೆ ಬೆಳಕು ಭಾಗಶಃ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನೂ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ :

ಚಿತ್ರ 1.7ರಲ್ಲಿ '*XY*' ಸಾಂದ್ರ ಮತ್ತು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ನಡುವಿನ ಸೀಮಾತಲ. ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n_1. ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n_2. ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಕಾಶಿತ ಬಿಂದು ವಸ್ತು '0' ನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ *OP*, *XY* ಮೇಲೆ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ $r=90°$



ಚಿತ್ರ 1.7

ಸ್ನೆಲ್‌ನ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

ಈಗ, $i = C$ ಮತ್ತು $r = 90°$

$$\therefore \quad n_1 \sin C = n_2 \sin 90 = n_2$$

ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮವು ವಾಯು ಆದಲ್ಲಿ $n_2=1$ ಹಾಗೂ $n_1=n$ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

$$\therefore \quad n \sin C = 1 \quad \text{ಅಥವಾ} \quad n = \frac{1}{\sin C} \qquad \ldots (15)$$

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಬೆಳಕು ಏಕವರ್ಣೀಯ ಎಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ನಡುವಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ರಾಂತಿ ಕೋನವು ನೇರಿಳೆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಕನಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದು, ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿಗೆ ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

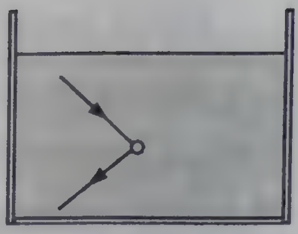
ಏಕೆಂದರೆ $n_{\text{ನೇರಿಳೆ}} > n_{\text{ಕೆಂಪು}}$

ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಅನ್ವಯಗಳು :

1. **ನೀರೊಳಗೆ ಹೊಳೆಯುವ ಗಾಳಿ ಗುಳ್ಳೆ :**

ನೀರು ಮತ್ತು ವಾಯುವಿನ ನಡುವಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ $48°45'$ ಆಗಿದೆ. '*O*'

ನೀರೊಳಗೆ ಇರುವ ಗಾಳಿ ಗುಳ್ಳೆ. ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯ ಮೇಲೆ 48°45′ ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗಿ ಅದು ಫಳಫಳನೆ ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆ.

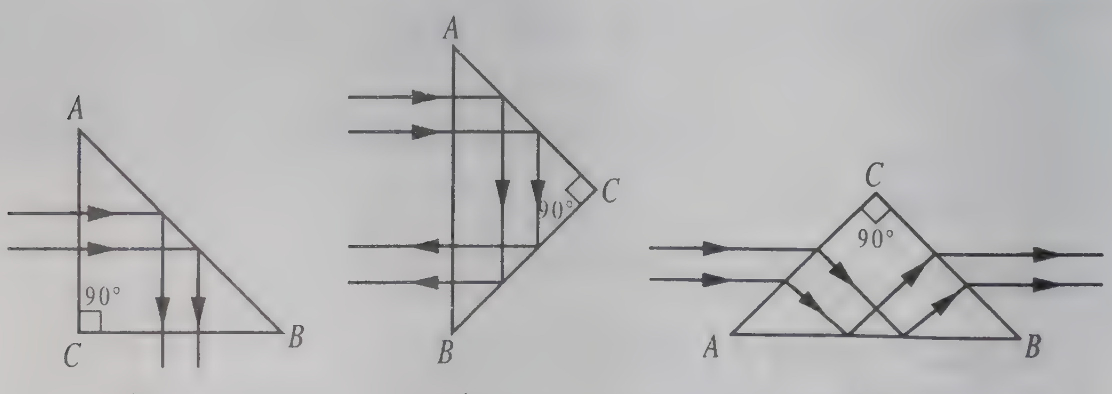


ಚಿತ್ರ 1.8

2. **ವಜ್ರದ ಹೊಳಪು :** ವಜ್ರದ ಹೊಳಪಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವೇ ಕಾರಣ. ವಜ್ರದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 2.5. ಅದರ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವು 24°. ವಜ್ರವನ್ನು ಸಾಣೆಹಿಡಿದು ಅನೇಕ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ವಜ್ರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಪ್ರತಿ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೂ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ವಜ್ರದಿಂದಲೇ ಬೆಳಕು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗಿ ವಜ್ರದ ಕಾಂತಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

3. **ಮರೀಚಿಕೆ** (*mirage*) **:** ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ, ಮರಳು ಮುಂತಾದವು ಕಾದು ಬಿಸಿಗಾಳಿಯ ಪದರದ ಮೇಲೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಣ್ಣನೆಯ ಗಾಳಿ ಇರುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಭೂಮಿಯತ್ತ ಸಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನೀಲಿ ಆಕಾಶದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೋ ಅಥವಾ ದೂರದ ಮರದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೋ ಮೂಡಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಗಿ ನೀರಿರಬೇಕೆಂಬ ಭ್ರಮೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಮರೀಚಿಕೆ.

4. **ಪ್ರತಿಫಲನ ಅಶ್ರಗಗಳು** (*reflecting prisms*) **:** ಇವು ಲಂಬಕೋನವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಸಮದ್ವಿಬಾಹು ತ್ರಿಭುಜಾಕೃತಿಯ ಅಶ್ರಗಗಳು. ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ 90° ಅಥವಾ 180° ತಿರುಗುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 1.9

ಚಿತ್ರ 1.9 (*a*) ನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು *AC* ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಆಪಾತಗೊಂಡು ನೇರವಾಗಿ *AB* ಮೇಲೆ 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಗಾಜು - ವಾಯುವಿನ ನಡುವಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ 42°. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಕಿರಣವು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಿ *BC* ಮೂಲಕ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು 90° ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮೈ *AB* ಒಂದು ಪರಿಶುದ್ಧ ಕನ್ನಡಿಯಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಶ್ರಗಗಳು ಉಪಯುಕ್ತ.

ಚಿತ್ರ (*b*) ನ ಪತನ ಕಿರಣಗಳು 180° ತಿರುಗಿವೆ. ಈ ಅಶ್ರಗವನ್ನು ದುರ್ಬೀನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಚಿತ್ರ (*c*) ನಲ್ಲಿ ಅಶ್ರಗವು ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ನೇರಗೊಳಿಸಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಅಶ್ರಗವನ್ನು ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನೇರಗೊಳಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದು.

ಅನೇಕ ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಅಶ್ರಗಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನ ಅಶ್ರಗಗಳಲ್ಲಿ 100% ಪ್ರತಿಫಲನ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಹಲವು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಾಗಲಿ, ಹೊಳಪು ಬೀರುವ ಲೇಪನ ಹಾಳಾಗುವುದಾಗಲಿ, ಬೆಳಕಿನ ಹೀರುವಿಕೆಯಿಂದ ಪ್ರಕಾಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಾಗಲಿ, ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವಿದ್ದಾಗ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ.

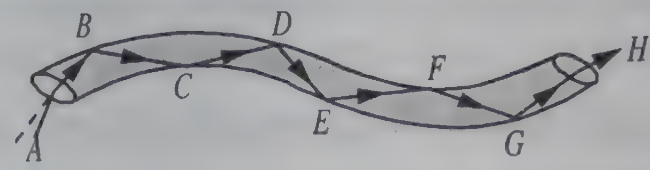
ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು (*optical fibres*) : ನಮಗೆ ತಿಳಿದಂತೆ ಬೆಳಕು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ವಕ್ರ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ? ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಜಾನ್ ಟಿಂಡಲ್ ಎಂಬ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ. ಗಾಜಿನ ಬಾಗುಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾಯಿಸಿ, ಬೆಳಕು ಪದೇ ಪದೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿ ಬಾಗುಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಚಲಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ದೃಢಪಡಿಸಿದ. ಇದೇ ನಿಯಮವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಸಂಪರ್ಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ಬದಲಾವಣೆ ತಂದಿವೆ.

ಅತಿ ತೆಳುವಾದ ಸುಮಾರು 125μm (125 ಮೈಕ್ರಾನ್) ವ್ಯಾಸದ ಗಾಜಿನ ನವುರಾದ ತಂತಿಯೇ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆ. ಇದರ ಹೊರ ಮೈಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಾಜಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ವಿರುವ ಗಾಜಿನ ತೆಳುವಾದ ಪದರ ಆವರಿಸಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಒಳಪದರಕ್ಕೆ 1.6 ಇದ್ದರೆ, ಹೊರ ಪದರಿಗೆ 1.4 ಇರಬಹುದು. ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್‌ನಿಂದಲೂ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಲೇಪನದ ಬದಲಿಗೆ ಹೊಸ ನಮೂನೆಯ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರವಾಗಿದ್ದು ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿರಳವಾಗಿರುವಂತೆ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಮೇಲ್ಮೈ ಕಡೆಗೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಇಳಿತ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಥನೀಯವಾಗಿ ಸಾವಿರಾರು ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲವು.

ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಹನ :

ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ *AB* ಕಿರಣವು *B* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ

ಹೊಂದಿ *BC* ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ *C, D, E* ಮುಂತಾದ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿದು ವಕ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಎಳೆಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಕುತೂಹಲಕರ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಒಮ್ಮೆ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿ ತಲುಪುವವರೆಗೆ ಹೊರ



ಚಿತ್ರ 1.10

ಬರಲಾರದು. ಎಳೆಯೊಳಗೆ ಬೆಳಕು ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವಿಲ್ಲ. ನೂರಾರು ಎಳೆಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದಂತೆ ಕಟ್ಟಲಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತಿಎಳೆಗಳ ಕೇಬಲ್‌ಗಳನ್ನು ತಾಮ್ರದ ಕೇಬಲ್‌ಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ತಾಮ್ರದ ಕೇಬಲ್‌ಗಳು ಸುಮಾರು 25-30 ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲವು. ಆದರೆ ದ್ಯುತಿಎಳೆಗಳ ಕೇಬಲ್‌ಗಳು ಸುಮಾರು 25,000 ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪಡೆದಿವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ಪಂದನಗಳ (*pulses*) ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಬಹುದೂರ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತವೆ.

ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲೂ ಉಪಯುಕ್ತ. ಈ ಎಳೆಗಳಿಂದ ತಯಾರಾದ ಎಂಡೋಸ್ಕೋಪ್‌ನ್ನು ಮಾನವ ಶರೀರದ ಹೊಟ್ಟೆ ಮತ್ತಿತರ ಆಂತರಿಕ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಲ್ಲದೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಎಂಡೋಸ್ಕೋಪಿ (*endoscopy*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಸಂವೇದಿಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಉಪಯುಕ್ತ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲೂ ಇವುಗಳು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನ ಪಡೆದಿವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವಿರುವ ಗಾಜಿನ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಆಪಾತವಾದ ಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು 35° ಆದರ ಆಪಾತಕೋನ ಮತ್ತು ವಿಚಲನಾ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ದತ್ತ $n=1.5 \quad r=35° \quad i=? \quad d=?$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, $\frac{\sin i}{\sin r}=n$

ಹಾಗೂ $\sin i \quad = n \sin r$

$$= 1.5 \times \sin 35° \quad = 1.5 \times 0.5736$$

$$= 0.8604$$

$\therefore \quad i = 59° \, 22'$

ವಿಚಲನಾ ಕೋನ $\quad d = (i - r)$

$$= 59° \, 22' - 35$$

$d = 24° \, 22'$

2. ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ $\frac{3}{2}$ ಮತ್ತು $\frac{4}{3}$. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು $30°$ ಕೋನದಲ್ಲಿ ನೀರಿನಿಂದ ಗಾಜಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

ದತ್ತ $\quad n_g = \frac{3}{2}, \quad n_w = \frac{4}{3}, \quad i = 30°, \quad r = ?$

ಮೊದಲು ನೀರಿಗೆ ಅನ್ವಯು ಮಾಡಿ, ಗಾಜಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

$${}_w n_g = \frac{n_g}{n_w} = \frac{3/2}{4/3} = \frac{9}{8}$$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\quad \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{9}{8}$

$$\frac{\sin 30}{\sin r} = \frac{9}{8} = \frac{1}{2 \sin r} = \frac{9}{8} \qquad \left[\because \sin 30 = \frac{1}{2}\right]$$

$$\sin r = \frac{8}{18}$$

$r = 26° \, 23'$ **ಗಾಜಿನೊಳಗೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ** $= 26° \, 23'$

3. 60° ಕೋನದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ ಆಪಾತಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು 19° 30′ ಯಷ್ಟು ವಿಚಲನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ನಿರ್ವಾತ ಅಥವಾ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ $3\times10^{-8}\,ms^{-1}$ ಆದರೆ, ನೀರಿನೊಳಗೆ ಆದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು ?

ದತ್ತ $i=60°$, $d=(i-r)=19°30'$,

$r=i-d = 60-19°30'$ $r=40°\,30'$

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ

$$n=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{\sin 60°}{\sin 40°30'}=1.33$$

ಹಾಗೂ $n=\frac{c}{V}$ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆ.

$c=3\times10^{8}$ ಮೀ/ಸೆ $n=1.33$ V = ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ

$$V=\frac{c}{n} = \frac{3\times10^{8}}{1.33} = 2.25\times10^{8} \text{ ಮೀ/ಸೆ}$$

$V=2.26\times10^{8}$ ಮೀ/ಸೆ

4. 10 ಸೆ.ಮೀ. ದಪ್ಪವಿರುವ ಮತ್ತು 1.6 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಇರುವ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಮೇಲೆ 60° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಆಪಾತವಾಗಿದೆ. ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣದ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

ದತ್ತ $t=10$ ಸೆ/ಮೀ. = 0.1 ಮೀ, $n=1.6$

$i=60°$ $L_s=?$

ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಸಮೀಕರಣ

$$L_s = t\sec r\,\sin(i-r) \quad \ldots (1)$$

$$= \frac{t}{\cos r}\times\sin(i-r)$$

ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಬರುವ 'r' (ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ) ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, $\frac{\sin i}{\sin r}=n$

$$\sin r=\frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60}{1.6} = 0.5413 \quad r = 32^\circ 46' \ldots (2)$$

$$\therefore \quad L_s = \frac{0.1}{\cos 32^\circ 46'} \times \sin\left(60-32^\circ 46'\right)$$

$$= \frac{0.1}{\cos 32^\circ 46'} \times \sin 27^\circ 14'$$

$$= \frac{0.04576}{0.84} = 0.0544 \qquad L_s = 0.0544 \text{ ಮೀ}$$

$L_s = 5.44$ ಸೆ.ಮೀ.

5. 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಒಳಗಿರುವ ಗಾಜಿನ ಗುಳ್ಳೆಯು ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ 0.012 ಮೀ. ಕೆಳಗಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಗಾಜಿನ ಗುಳ್ಳೆಯ ನಿಜವಾದ ಆಳ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ದತ್ತ $n=1.5$ ಮಿಥ್ಯಾದೂರ = 0.012 ಮೀ ನೈಜದೂರ = ?

$$n = \frac{\text{ನೈಜದೂರ}}{\text{ಮಿಥ್ಯಾದೂರ}}$$

ನೈಜದೂರ = $n \times$ ಮಿಥ್ಯಾದೂರ

= 1.5×0.012 = 0.018 ಮೀ

$\therefore$ ನೈಜದೂರ = 0.018 ಮೀ.

6. 0.028 ಮೀ. ದಪ್ಪವಿರುವ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಕೆಳಗಿರುವ ಮಸಿ ಚುಕ್ಕೆಯು 0.01 ಮೀ. ನಷ್ಟು ಮೇಲೆ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ದತ್ತ ಲಂಬ ಪಲ್ಲಟ = 0.01 ಮೀ

ನೈಜದೂರ = 0.028 ಮೀ

ಮಿಥ್ಯಾದೂರ = ನೈಜದೂರ - ಲಂಬಪಲ್ಲಟ

$$= 0.028 - 0.01$$

$$= 0.018 \text{ ಮೀ}$$

$$n = \frac{\text{ನೈಜದೂರ}}{\text{ಮಿಥ್ಯಾದೂರ}} = \frac{0.028}{0.018} \qquad \mathbf{n = 1.55}$$

7. ಗಾಜಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ 42°. ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ 32° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾದ ಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ ಎಷ್ಟು ?

ದತ್ತ $C=42°$, $i=32°$, $n=?$, $r=?$

$$n=\frac{1}{\sin C} = \frac{1}{\sin 42°} = n=1.49 \quad n=\frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\therefore \quad \sin r=\frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 32}{1.49}$$

$$\sin r = 0.3556 \qquad \mathbf{r=20° 48'}$$

8. ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ 1.6 ಮತ್ತು 1.33. ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ನಡುವಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

ದತ್ತ $n_g=1.6$ $n_w=1.33$

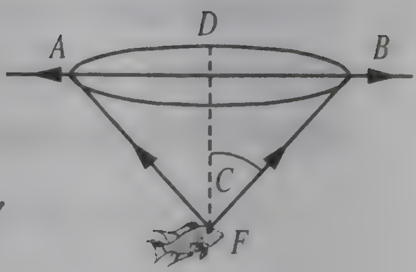
$${}_w n_g = \frac{1.6}{1.33} = 1.2$$

$$\sin C = \frac{1}{{}_w n_g} = \frac{1}{1.2} \quad \therefore \ \mathbf{C = 56° 14'}$$

9. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನು ಹೊರಗಿನ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಶಂಕಾಕೃತಿಯ ಕಿರಣಸಮೂಹದ ಮೂಲಕ ನೋಡುತ್ತಿದೆ. ಮೀನು ನೀರಿನೊಳಗೆ 3m ಆಳದಲ್ಲಿದ್ದು ಶಂಕುವಿನ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ತಳದ ಮೂಲಕ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ, ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು ?

ಮೀನು ತನ್ನ ಕಣ್ಣಿನಬಳಿ ಅವಧಿಕಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಕೋನವನ್ನು ಮಾಡುವ ಕಿರಣಗಳು ಇರುವ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಮಾತ್ರ ನೋಡಬಲ್ಲದು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕೋನದ ಪತನಕಿರಣಗಳು ಎರಡನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ $DF = 3\text{m}$; $n = \frac{1}{\sin C}$



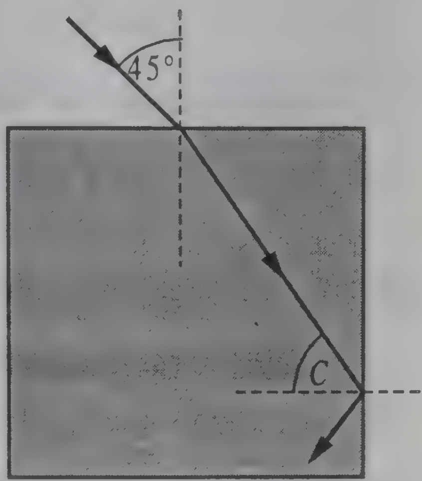
$\therefore \sin C = \frac{1}{1.33}$ ಮತ್ತು $C = 48°45'$

$\tan C = DB / DF$ $\therefore DB = DF \tan C$

$= 3 \times \tan 48°45' = 3.5$

ವೃತ್ತಜ ತ್ರಿಜ್ಯ = 3.5 ಮೀ

10. ಚೌಕಾಕೃತಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಕಿರಣವು 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಅದು ಚೌಕದ ಲಂಬಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?



ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ,

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45°}{\sin r} = \frac{1}{\sqrt{2}\sin r}$$

$$\sin r = \frac{1}{\sqrt{2}\,n} \qquad \dots (1)$$

ಚಿತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ $C = (90 - r)$

$$n = \frac{1}{\sin c} = \frac{1}{\sin(90 - r)} = \frac{1}{\cos r}$$

$$\cos r = \frac{1}{n} \qquad \dots (2)$$

ಸಮೀಕರಕಣ 1 ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣ 2 ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ

$$\tan r - \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \therefore \quad r = 35°16'$$

ಈಗ $n = \frac{\sin 45°}{\sin 35°16'} = 1.255$

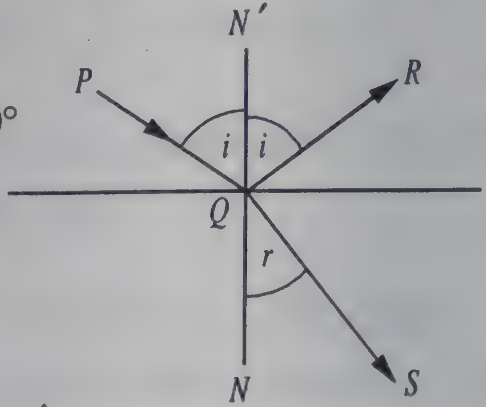
ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.225

11. ಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ತಟ್ಟೆಯು ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಉಳಿದದ್ದು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಪತನಕೋನವೆಷ್ಟು?

$1.62 = \sin i / \sin r$ ... (1)

$R\hat{Q}S = 90^\circ$ ಮತ್ತು $i + r = 180^\circ - 90^\circ$

$\therefore \quad r = 90^\circ - i$ ... (2)



(1) ಮತ್ತು (2) ರಿಂದ

$$1.62 = \frac{\sin i}{\sin(90 - i)} = \frac{\sin i}{\cos i} = \tan i$$

$\therefore \quad i = 58^\circ 19'$

ಪತನಕೋನ = 58° 19′

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಯಾವುದೇ ಮಾಧ್ಯಮದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರಿಭವನಾಂಕದ ಬೆಲೆಯು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.
2. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳೇನು ?
3. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೀನಿಗೆ ಹೊರಗಿನ ಪ್ರಪಂಚ ಹೇಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ?
4. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 ಎಂಬುದರ ಅರ್ಥವೇನು ?
5. ಗಾಜಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಯಾವುದರ ವಿಚಲತೆ ಜಾಸ್ತಿ ?
6. ಕಾಮನಬಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣಲು ಕಾರಣವೇನು ?
7. ಒಂದು ಕಿರಣವು i ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿ r ಕೋನದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಹೊಂದಿದರೆ ಅದರ ವಿಚಲತೆ ಎಷ್ಟು ?
8. ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಆಗುವ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಅದೇ ಚಪ್ಪಡಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ.

9. ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
10. ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಯ ಒಂದು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ.
11. ಪಾರ್ಶ್ವ ಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು ?
12. ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಎಂದರೇನು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
2. ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆದು, ಅದು ಯಾವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ, ತಿಳಿಸಿ.
3. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು ? ವಸ್ತು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದ್ದು, ವಿರಳಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಅನುಭವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
4. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು ? ವಸ್ತು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿದ್ದು, ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಅನುಭವವನ್ನು ಊಹಿಸಿ.
5. ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳ ವಿಷಯಗಳ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
6. ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವು 45° . ಅದರ ವಕ್ರೀಭನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?
7. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.33. ಅದರ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವೆಷ್ಟು ?
8. ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕೂ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ನಡುವಿನ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಹೆಸರಿಸಿ.
9. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
10. ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಎಳೆಗಳ ಪಾತ್ರವೇನು ?
11. 4cm ಗಾತ್ರದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಅಂಚಿಚೀಟಿಯ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿದೆ. ಅದು, ಮೇಲಿನಿಂದ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ?

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಕ್ರೀಭವನವೆಂದರೇನು ? ವಕ್ರೀಭವನದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬರೆದು ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
2. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಂದರೇನು ? ನಿರಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು ? ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. ಲಂಬಪಲ್ಲಟವೆಂದರೇನು ? ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

5. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವೆಂದರೇನು ? ಇದಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

6. ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವೆಂದರೇನು ? ಇದಕ್ಕೂ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಿ.

7. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಅಶ್ರಗಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

8. ದ್ಯುತಿ ಎಳೆ ಎಂದರೇನು ? ಅದರಕಾರ್ಯದ ಹಿಂದಿನ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು ? ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನವಾಗಿ ಅದರ ಉಪಯೋಗವೇನು ?

9. ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೂ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ. ವಿಚಲತೆಗೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.

10. ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ (ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯೂ ಸೇರಿದಂತೆ) ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 3×10^8 m/s . ಅದು ವಜ್ರದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು ? (ವಜ್ರದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 2.4) ವಜ್ರದ ಹರಳಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು 30° ಯಲ್ಲಿ ಪತನವಾದರೆ ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವೆಷ್ಟು ? ವಜ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬೆಳಕು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದಲು ಅದರ ಒಳ ಪಾರ್ಶ್ವದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಯಾವ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಬೇಕು ?

$\left(1.25\times10^8 \text{ m/s}, 12°1' \; 24°37'\right)$

2. 0.001m ದಪ್ಪದ ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು 45° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವೆಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

(0.0033m)

3. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದ ಮೇಲೆ 70° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನದ ನಂತರ ಅದು ಮೊದಲಿನ ಪಾರ್ಶ್ವಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಪಾರ್ಶ್ವವನ್ನು ಸವರಿಕೊಂಡು ಹೊರಬಂದರೆ ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ ಮತ್ತು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ

(1.37, 46° 47′)

4. ಒಂದು ಚಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಅಂಚೆಚೀಟಿಯ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದೆ.

ಅಂಚೆ ಚೀಟಿಯ ಮೇಲೆ 0.05m ದಪ್ಪದ ಮತ್ತು 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಚಪ್ಪಡಿಯನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಅಂಚೆಚೀಟಿಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾಣಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಿಸಬೇಕು ?

(0.017m)

5. 1.20 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ದ್ರವದ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವು $56°26'$ ಆದರೆ 1.33 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನೀರಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವೆಷ್ಟು ?

$48°45'$

6. ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನಿಂದ ಗಾಳಿಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿದೆ. ಗಾಜಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದು, ಪತನಕೋನವು $30°$ ಆಗಿದೆ. ಪತನಗೊಂಡ ಕಿರಣದ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದರೆ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನವೆಷ್ಟು?

7. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಹೊಳಪಿನ ವಸ್ತುವೊಂದರಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು 0.5 ಮೀ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ವರ್ತುಲವನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದೆ. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭನಾಂಕ 1.33 ಆದಲ್ಲಿ, ವಸ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಆಳದಲ್ಲಿದೆ.

(0.49 ಮೀ)

8. ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭನಾಂಕಗಳು, ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1.6 ಮತ್ತು 1.33 ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರಿನ ನಡುವಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕೋನವೆಷ್ಟು ?

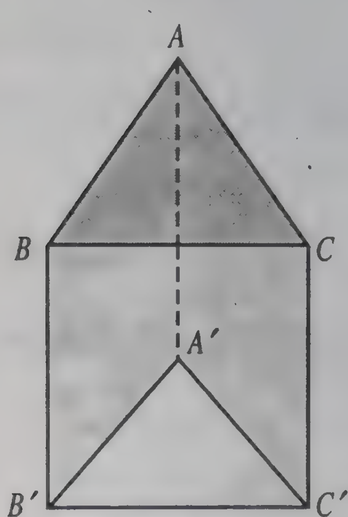
[$56°13'$]

ವಿ.ಸೂ. : ನೀಲಿ ನಕ್ಷೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಅಂಕದ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಮತ್ತು ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

೨. ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ

ಅಶ್ರಗ

ಮೂರು ಆಯತಾಕಾರದ ಸಮತಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದ ಸಮತಲಗಳ ನಡುವೆ ಬಂಧಿಯಾದ ಪಾರಕ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಅಶ್ರಗ (ಪಟ್ಟಕ) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಆಯತಾಕಾರದ ಎರಡು ಮುಖಗಳಾದ $ABB'A'$ ಮತ್ತು $ACC'A'$ ಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋಗಬಲ್ಲದು. ಇವುಗಳಿಗೆ **ವಕ್ರೀಭವನ ಮುಖ**ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಎರಡೂ ಮುಖಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಗೆರೆ AA' ನ್ನು **ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚು** ಎಂದೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನ BAC ಯನ್ನು **ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ** ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



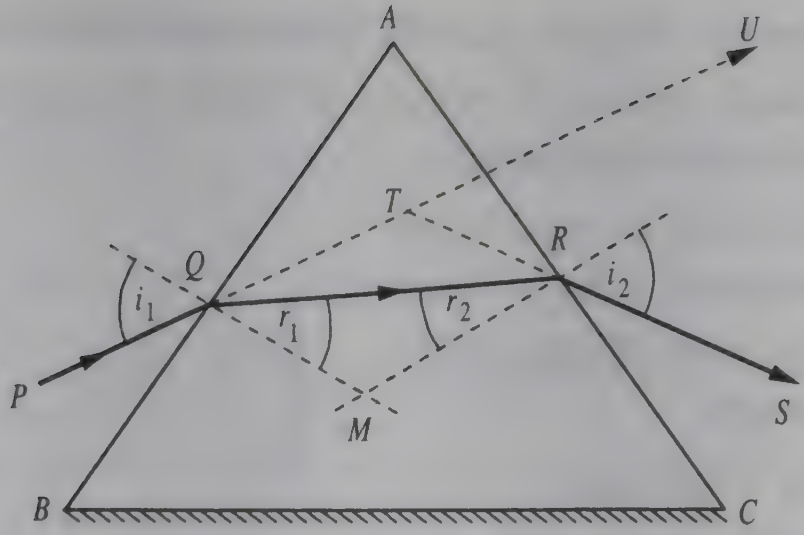
ಚಿತ್ರ 2.1

ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚಿಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವ ಆಯತಾಕಾರದ ಮುಖ ($BCC'B'$) ವೇ ಅಶ್ರಗತಲ. ಈ ಮುಖವನ್ನು ಮರಳು ಕಾಗದದಿಂದ ಉಜ್ಜಿ ಒರಟುಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವಕ್ರೀಭವನ ಅಂಚಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ಛೇದ (ABC ಅಥವಾ $A'B'C'$) ಕ್ಕೆ ಪ್ರಧಾನಛೇದವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಅಶ್ರಗಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

ABC - ಅಶ್ರಗ ಪ್ರಧಾನಛೇದ
PQ - $-AB$ ಮುಖದ ಮೇಲಿನ ಪತನಕಿರಣ
QR - ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿನ ಕಿರಣಪಥ
RS - ಅಶ್ರಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮನರೇಖೆ



ಚಿತ್ರ 2.2

i_1 - AB ಮೇಲಿನ ಪತನಕೋನ

r_1 - – ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ

r_2 - – AC ಮೇಲೆ ಪತನಕೋನ

i_2 - ನಿರ್ಗಮನಕೋನ

ನಿರ್ಗಮನರೇಖೆಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದಾಗ ಅದು ಪತನರೇಖೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸಿದ ಗೀಟನ್ನು T ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದೆ. $\angle STU = d$ ವಿಚಲತೆ ಕೋನ (ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ). Q ಮತ್ತು R ಗಳಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಲಂಬಗಳು M ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿವೆ.

$AQMR$ ಚತುರ್ಭುಜದಲ್ಲಿ Q ಮತ್ತು R ನಲ್ಲಿನ ಕೋನಗಳು ಲಂಬಕೋನಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ A ಮತ್ತು M ನಲ್ಲಿನ ಕೋನಗಳ ಮೊತ್ತ $180°$

$\therefore \quad \widehat{A} + \widehat{M} = 180°$ ... (01)

ತ್ರಿಕೋನ QMR ನಲ್ಲಿ ; $r_1 + r_2 + \angle QMR = 180°$ ... (02)

ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ 01 ಮತ್ತು 02 ರಿಂದ ; $r_1 + r_2 = A$ ... (03)

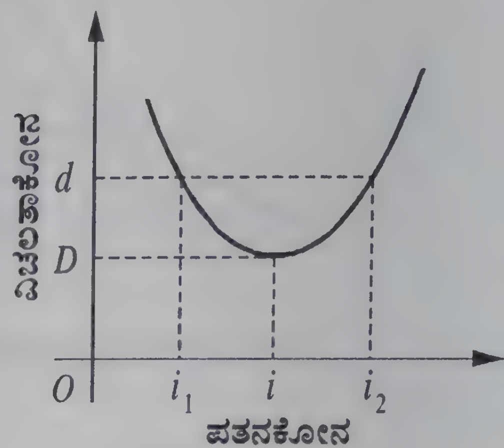
PQ ಪತನಕಿರಣವು AB ಮತ್ತು AC ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಎರಡು ಸಾರಿ ವಿಚಲತೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಒಟ್ಟು ವಿಚಲತೆಯು,

$$d = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2) \quad = \quad (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) = i_1 + i_2 - A$$

ಅಥವಾ $\quad d = (i_1 + i_2) - A$ ... (04)

ಪತನಕೋನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ವಿಚಲತಾಕೋನ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಪತನಕೋನವನ್ನು x ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ವಿಚಲತಾಕೋನವನ್ನು y ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎಳೆದರೆ ಚಿತ್ರ 2.3 ಬರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.3

ಚಿತ್ರದಿಂದ $d=D$ ಆದಾಗ $i_1=i_2=i$ ಆಗುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿ $r_1=r_2=r$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಸಮರೂಪದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವುದಲ್ಲದೆ ಅಶ್ರಗದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥ QR ಅಶ್ರಗತಲ BCಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಶ್ರಗದ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು **ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆಸ್ಥಿತಿ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, 03ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ $2r=A$ ಅಥವಾ $r=A/2$ ಮತ್ತು 04ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ $2i=A+D$ ಅಥವಾ $i=\frac{A+D}{2}$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ $n=\sin i/\sin r=\dfrac{\sin\frac{1}{2}(A+D)}{\sin\frac{1}{2}A}$

$$\boxed{n=\frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}} \qquad \ldots (05)$$

ತೆಳು ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ವಿಚಲತೆ

ಅಶ್ರಗಕೋನ A ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಅಶ್ರಗಕ್ಕೆ ತೆಳುಅಶ್ರಗವೆಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರ 02 ಅನ್ನು ತೆಳುಅಶ್ರಗವೆಂದುಕೊಂಡರೆ, ಪತನಕೋನ i_1 ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ r_1 ಕೂಡ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಶ್ರಗಕೋನ A ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದರಿಂದ r_2 ಕೂಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ನಿರ್ಗಮನ ಕೋನ i_2 ಕೂಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಎಂದಾದರೆ

$$n=\frac{\sin i_1}{\sin r_1}=\frac{i_1}{r_1}$$ ಏಕೆಂದರೆ i_1 ಮತ್ತು r_1 ಚಿಕ್ಕವು ಅಥವಾ $i_1=nr_1$

ಇದೇ ಕಾರಣಕ್ಕೆ $i_2=nr_2$ $\quad\therefore\quad i_1+i_2=n(r_1+r_2)$

ಈ ಹಿಂದೆ $d=i_1+i_2-A$ ಎಂದು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

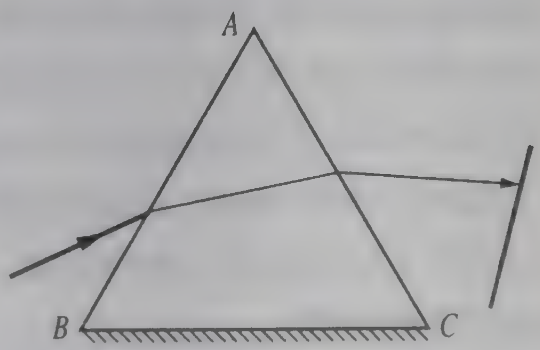
$$\therefore \quad d=n(r_1+r_2)-A=nA-A$$

$$\boxed{d=(n-1)A}$$

ಹೀಗಾಗಿ ಪತನಕೋನವು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದಾಗ ತೆಳು ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿಚಲತೆಯು ಪತನಕೋವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲಿಗೆ ಅದು ಕೇವಲ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭನಾಂಕ ಮತ್ತು ಅಶ್ರಗಕೋನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮೂಲಕ ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಅದು ಅಶ್ರಗದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಅಶ್ರಗ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು ನಿರ್ಗಮಿಸಿದ ಕಿರಣವನ್ನು ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಹಿಡಿಯಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 2.4). ಆಗ ನಿರ್ಗಮನಕಿರಣವು ಪತನಕಿರಣದ ಬೆಳಕನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಶ್ರಗವು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಕೊಡುವ ಹಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಹೊಸಬಣ್ಣಗಳು ಮೂಡಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಹಾಗಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಪತನಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅಶ್ರಗ ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಅಶ್ರಗವೇ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 2.4

ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ವರ್ಣಘಟಕಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರಸರಣ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

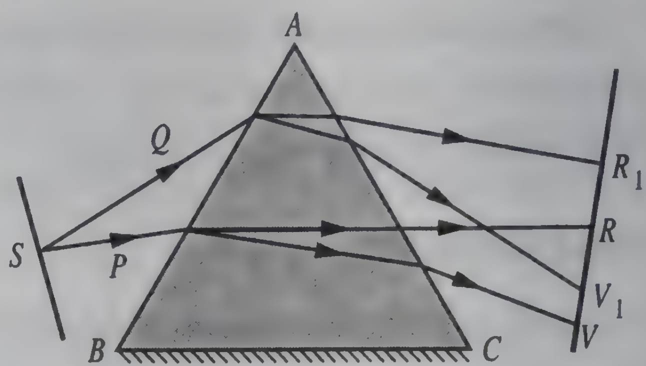
ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವನ್ನು ಪಟ್ಟಕದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯಿಂದ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡುವ ವರ್ಣವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ರೋಹಿತ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಕಾರಣ

ಯಾವುದೇ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು (Wavelength) ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಣ್ಣಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವಿರುವುದರಿಂದ ಬಣ್ಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನೇ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಶುದ್ಧ ರೋಹಿತ

ಬೆಳಕಿನ ಒಂದೇ ಒಂದು ಕಿರಣವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಪುಂಜವು ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದು ಅಪಸರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕಿರಣಪುಂಜದ ತೀರ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ *SP* ಮತ್ತು *SQ* ಎಂಬ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ. *SP* ಕಿರಣವು ಅಶ್ರಗದಿಂದ ವರ್ಣವಿಭಜನಗೊಂಡು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ *RV* ರೋಹಿತವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ *SQ* ಕಿರಣವು R_1V_1 ರೋಹಿತವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. *SP* ಮತ್ತು *SQ* ಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕಿರಣಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು R_1 ಮತ್ತು V ನಡುವೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ. ಸಹಜವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಮೂಡುವ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡಿ ಕಲಸುಮೇಲೋಗರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.5

ಹೀಗೆ, **ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಸ್ಫುಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡದೆ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡಿರುವ ರೋಹಿತವನ್ನು ಅಶುದ್ಧರೋಹಿತ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ಶುದ್ಧರೋಹಿತ : ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಹರಡದೆ ಸ್ಫುಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿರುವ ರೋಹಿತವನ್ನು ಶುದ್ಧರೋಹಿತ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಶುದ್ಧರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಗತ್ಯಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಬೇಕು.

1) ಸೀಳುಗಂಡಿಯು ಆದಷ್ಟು ಕಿರಿದಾಗಿರಬೇಕು.

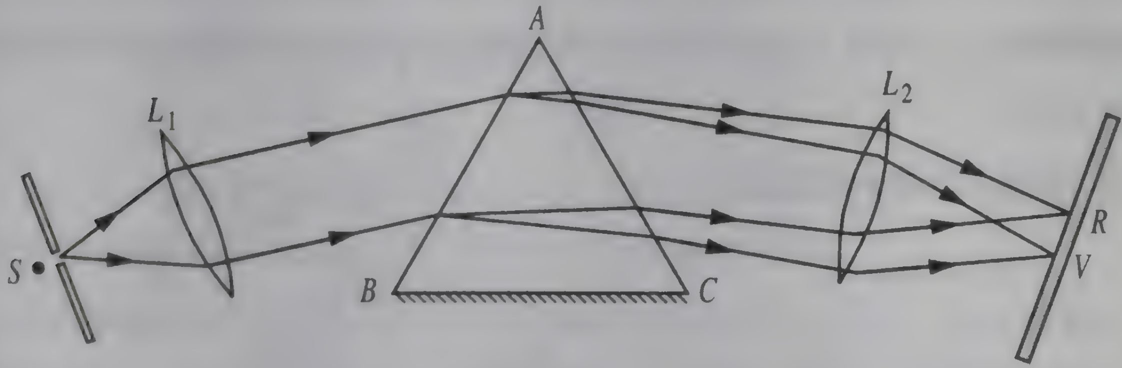
2) ಅಶ್ರಗವು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕು (ಹಳದಿ ಕಿರಣಕ್ಕೆ).

3) ಸೀಳುಗಂಡಿಯು ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಅಶ್ರಗದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

4) ಮತ್ತೊಂದು ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಅಶ್ರಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ ಸೇರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

ಶುದ್ಧರೋಹಿತದ ಉತ್ಪತ್ತಿ : ಈ ಕೆಳಕಂಡ ವ್ಯವಸೆಯು ಶುದ್ಧ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

S ಉರ್ಧ್ವಮುಖಿಯಾಗಿ ನಿಂತ ಒಂದು ಕಿರಿದಾಗ ಸೀಳುಗಂಡಿ. ಅದನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಛಾಪದೀಪ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ ದೀಪದಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು L_1 ಪೀನಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದೆ. ಇದು ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರಗೊಳಿಸಿ ABC ಅಶ್ರಗದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 2.6). ಅಶ್ರಗವು ಪ್ರತಿ ಕಿರಣದ ಘಟಕ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪತನವಾಗುತ್ತಿರುವ ಶ್ವೇತಕಿರಣಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅಶ್ರಗವು ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಚಲತೆಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.6 ಚಿತ್ರ ಶುದ್ಧರೋಹಿತದ ಉತ್ಪತ್ತಿ

ಹೀಗಾಗಿ ಅಶ್ರಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪೀನಮಸೂರ L_2 ವನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಎಲ್ಲಾ ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎಲ್ಲಾ ನೇರಿಳೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳೂ ಮತ್ತೊಂದು ಬಿಂದು V ನಲ್ಲಿ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು R ಮತ್ತು V ನಡುವಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ L_2 ಮಸೂರದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ (ಅಂದರೆ, VR ಸಮತದಲ್ಲಿ) ಒಂದು ತೆರೆಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಅದರಮೇಲೆ ಶುದ್ಧರೋಹಿತವು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಕವು ಹಳದಿ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ರೋಹಿತದ ಶುದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಗುಣಮಟ್ಟ ಉತ್ತಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೊರಬಂದಾಗ ಅದರ ಘಟಕವರ್ಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ವಿಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪು ಕಿರಣದ ವಿಚಲತೆ ಕನಿಷ್ಠವೂ, ನೇರಿಳೆ ಕಿರಣದ ವಿಚಲತೆ ಗರಿಷ್ಠವೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು ತೆಳು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ನೇರಿಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ವಿಚಲತೆಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳಿಗೆ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೇರಿಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು) ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣ ವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಆ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ *(mean ray)* **ವಿಚಲತೆಗಳ ನಡುವಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ** *(ratio)* **ಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.**

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ : ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವು A ಕೋನವುಳ್ಳ ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದಾಗ d_v ಮತ್ತು d_r ಕ್ರಮವಾಗಿ ನೇರಿಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ವಿಚಲತೆಗಳು. n_v ಮತ್ತು n_r ಕ್ರಮವಾಗಿ ನೇರಿಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು (ಚಿತ್ರ 2.7)

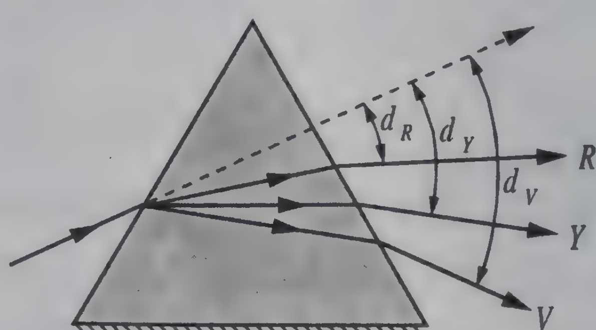
ಹಿಂದೆಯೇ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ

$$d_v = A(n_v - 1)$$

$$d_r = A(n_r - 1)$$

∴ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

$$(d_v - d_r) = A(n_v - n_r)$$



ಚಿತ್ರ 2.7 ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಅಶ್ರಗಕೋನ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಮಾಧ್ಯಕಿರಣ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಳದಿ)ದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ d ಮತ್ತು ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಆದಾಗ $d = A(n-1)$

$$\therefore \text{ ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ } (\omega) = \frac{d_v - d_r}{d} = \boxed{\frac{n_v - n_r}{n-1}}$$

ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ω ಅಶ್ರಗ ಕೋನ A ಯಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿದೆ ; ಅಶ್ರಗದ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ವಿಚಲಿತಾ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ : ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಶ್ವೇತ ಕಿರಣವೊಂದು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವಿಸಿದಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿಚಲತೆ ಮತ್ತು ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎರಡೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ, ಯುಕ್ತ ಕೋನಗಳುಳ್ಳ ಎರಡು ಅಶ್ರಗಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕೋನಗಳ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ ವಿಚಲತೆ ರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಅಶ್ರಗ ಸಂಯೋಜನೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಅಶ್ರಗ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ ವಿಚಲತೆಗೆ ಸಮನಾದ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾದ ವಿಚಲತೆಯನ್ನು ಎರಡನೆಯ ಅಶ್ರಗವು ಉಂಟುಮಾಡಿದಾಗ ಕಿರಣವು ವಿಚಲತೆಗೊಳ್ಳದೆ ಅಶ್ರಗಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎರಡೂ ಅಶ್ರಗಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯ ಪರಿಮಾಣವು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮಕ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಉಳಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ.

ವಿಚಲತೆ ರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ಥಿತಿ

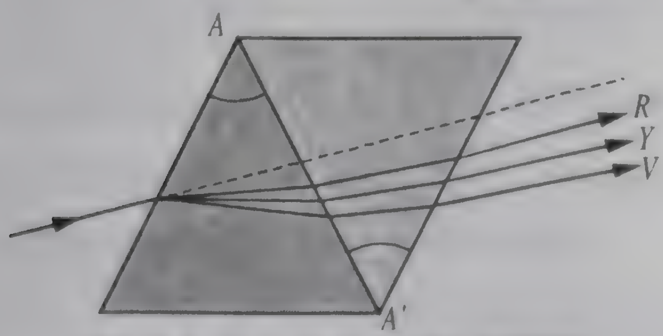
d ಮತ್ತು d' ಕ್ರಮವಾಗಿ ಕ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಅಶ್ರಗಗಳು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ವಿಚಲತೆಗಳು.

$$\therefore d = A(n-1) \quad \text{ಮತ್ತು} \quad d' = A'(n'-1)$$

ಇಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು A' ಹಾಗೂ n ಮತ್ತು n' ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಕ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಅಶ್ರಗಗಳ ಕೋನಗಳು ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು.

ಪರಿಣಾಮಕ ಮಾಧ್ಯ ವಿಚಲತೆ $=0$ ಆಗಬೇಕಾದರೆ, (ಅಂದರೆ, ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಮಾಧ್ಯಕಿರಣವು ವಿಚಲತೆಯಿಲ್ಲದೆ ನಿರ್ಗಮಿಸಬೇಕಾದರೆ) ಎರಡು ಅಶ್ರಗಗಳ ಮಾಧ್ಯ ವಿಚಲತೆಗಳು (*mean deviations*) ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮನಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad A(n-1) = -A'(n'-1) \text{ ಅಥವಾ } \boxed{A' = -\frac{(n-1)}{n'-1}A}$$



ಚಿತ್ರ 2.8 ವಿಚಲತೆ ರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

(–) ಚಿಹ್ನೆಯು ಎರಡೂ ಅಶ್ರಗಗಳನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 2.8).

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ 60° ಮತ್ತು ಅದು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆ 40°. ಅಶ್ರಗದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

$A=60°, \quad D=40°$

$$n=\frac{\sin\frac{1}{2}(A+D)}{\sin\frac{A}{2}} = \frac{\sin\frac{1}{2}(60+40)}{\sin\frac{60}{2}} = \frac{\sin 50}{\sin 30}$$

$$\log n = \bar{1}.8843 - \bar{1}.6990 = \mathbf{0.1853}$$

$$\therefore \quad n = \mathbf{1.532}$$

2. 60° ಕೋನವುಳ್ಳ ಅಶ್ರಗದ ಮೇಲೆ ಕಿರಣವೊಂದು 30° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗಿದೆ. ಅಶ್ರಗವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5. ವಿಚಲಿತ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$n=1.5$ AB ಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ $n=\frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$$15=\frac{\sin 30}{\sin r_1}=\frac{0.5}{\sin r_1}$$

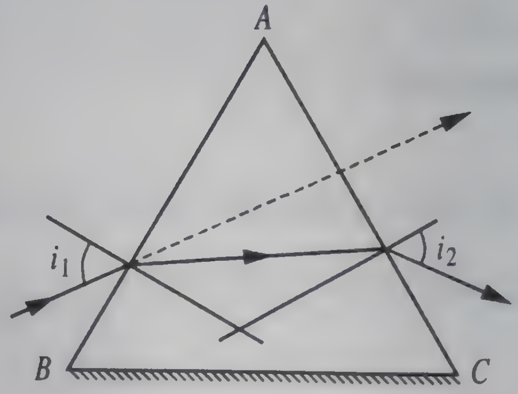
$r_1 = 19°28'$

ಆದರೆ $A = r_1 + r_2$

$60° = 19°28' + r_2$

$r_2 = 60° - 19°28'$

$r_2 = 40°32'$



AC ಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ, $n=\frac{\sin i_2}{\sin r_2}$

$$1.5 = \frac{\sin i_2}{\sin 40^\circ 32'}$$

$$\sin i_2 = 1.5 \times \sin 40^\circ 32'$$

$$i_2 = 77^\circ 6' \quad d = (i_1 + i_2) - A$$

$$d = (30 + 77^\circ 6') - 60 \quad = 47^\circ 6'$$

ವಿಚಲಿತ ಕೋನ 47°6′

3. **10° ಕೋನವುಳ್ಳ ಆಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಕಿರಣವೊಂದು ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ನೀಲಿ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಅಶ್ರಗ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1.531 ಮತ್ತು 1.521. ಹಾಗಾದರೆ (*i*) ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು (*ii*) ಅಶ್ರಗವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$$n_b = 1.531 \qquad n_r = 1.521 \qquad A = 10^\circ$$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $= A(n_b - n_r) = 10(1.531 - 1.521)$

$$= 10 \times 0.01 \quad 0.1^\circ = 6'$$

ಮಧ್ಯಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ $n = \frac{n_b + n_r}{2}$

$$n = \frac{1.531 + 1.521}{2} = 1.526$$

ವರ್ಣ ವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $\omega = \frac{n_b - n_r}{n - 1}$

$$= \frac{1.531 - 1.521}{1.526 - 1}$$

ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = 0.019

4. **ಎರಡು ರೋಹಿತರೇಖೆಗಳ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳು 1.49 ಮತ್ತು 1.51 ಅಶ್ರಗಕೋನ 7° ಇದ್ದರೆ ಅಶ್ರಗವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು?**

ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ವಿಚಲತೆ ಹಾಗೂ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಷ್ಟು ?

$n_1=1.49$, $n_2=1.51$, $A=7°$

ವಿಚಲತೆ $d_1=(n_1-1)A$

$= (1.49-1)7°=0.49\times7°=3.43°$

ವಿಚಲತೆ $d_2=(n_2-1)A$

$= (1.51-1)7°=0.51\times7°=3.57°$

ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ $= (d_2-d_1)=3.57-3.43=0.14°$

ವರ್ಣ ವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $\dfrac{d_2-d_1}{\frac{d_1+d_2}{2}} = \dfrac{3.57-3.43}{\frac{3.57+3.43}{2}} =$

$\mathbf{\dfrac{0.14}{3.50} = 0.04}$

5. 10° **ಕೋನದ ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ವಿಚಲತೆರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟಮಾಡುವ ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಜೊತೆಗೆ, ಅಶ್ರಗ ಸಂಯೋಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನೀಯ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿರಿ. ಈ ಕೆಳಕಂಡ ದತ್ತಕಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.**

	n_r	n_y	n_v
ಕ್ರೌನ್	1.515	1.517	1.523
ಫ್ಲಿಂಟ್	1.644	1.650	1.664

ಕ್ರೌ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ $A=10°$

ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ $A'=?$

ವಿಚಲತೆ ರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯಾಗಲು

$A'(n'_y-1)=-A(n_y-1)$

$$\therefore \quad A' = -\frac{(n_y - 1)A}{(n'_y - 1)}$$

$$= -\frac{(1.517-1)}{(1.650-1)} \times 10^\circ$$

$$-\frac{0.517}{0.650} \times 10^\circ \quad = \quad -7.954^\circ$$

– ಚಿಹ್ನೆಯು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ = $(n_v - n_r)A$

$= (1.523 - 1.515) \times 10^\circ = 0.0080 \times 10^\circ = 0.08^\circ$

ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ = $(n'_v - n'_r)A'$

$= (1.664 - 1.644) \times (-8^\circ) = 0.020 \times (-8^\circ) = 0.16^\circ$

ಸಂಯೋಜನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಣಾಮಕ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ

$= 0.08 - 0.16 = -0.08^\circ = -4.8'$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು / ಎರಡು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೆ ಅಶ್ರಗಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ, ವಿಚಲತೆಕೋನದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ ?
3. ವಿಚಲತೆಕೋನವೆಂದರೇನು ?
4. ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅಶ್ರಗವಿದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಹಾಯುವ ಕಿರಣದ ಸ್ಥಿತಿ ಏನಾಗಿರುತ್ತದೆ ?
5. ತೆಳುಅಶ್ರಗವೆಂದರೇನು ?

6. ತೆಳುಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿನ ವಿಚಲತೆಗೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.
7. ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು ?
8. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಾಗುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವರ್ಣವಿಭಜನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
9. ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಕಾರಣವೇನು ?
10. ಅಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು ? ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ತೋರಿಸಿ.
11. ಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು ?
12. ಕೋನೀಯವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು ?
13. ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
14. ವಿಚಲತೆರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿನ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ ಒಟ್ಟು ವಿಚಲತೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
2. ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆಯನ್ನು ನಕ್ಷೆ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ. ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆಯಿದ್ದಾಗ ಕಿರಣಪಥದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತಾ ಕೋಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಶ್ರಗದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣ ವಿಭಜನೆ ಎಂದರೇನು ? ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗ ಆಗುವ ವರ್ಣ ವಿಭಜನೆಗೆ ಕಾರಣ ವಿವರಿಸಿ.
5. ತೆಳುಅಶ್ರಗದಲ್ಲಾಗುವ ವಿಚಲತೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ,
6. ಶುದ್ಧರೋಹಿತವೆಂದರೇನು ? ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
7. ವರ್ಣವಿಭಜನೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
8. ವಿಚಲತೆರಹಿತ ವರ್ಣವಿಭಜನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಸಮಬಾಹು ಅಶ್ರಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲತೆ ಕೋನ $48°12'$. ಅಶ್ರಗದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(1.62)

2. ಅಶ್ರಗದ ಒಂದು ಮುಖದ ಮೇಲೆ 50° ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣವು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲಿತಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾದರೆ, 1.532 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಆ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು.

(60°)

3. 1.52 ವಕ್ರೀಭನಾಂಕದ ಅಶ್ರಗದ ಕೋನ 60°16′ ಇದ್ದರೆ ಕನಿಷ್ಠ ವಿಚಲಿತಾಕೋನವೆಷ್ಟು?

39°12′

4. 5° ಕೋನದ ತೆಳು ಅಶ್ರಗವು ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 9.9° ಮತ್ತು 10.1° ಯಷ್ಟು ವಿಚಲತೆಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಅಶ್ರಗದ ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಣವಿಭಜನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.02)

5. ಒಂದು ನೇರ ನೋಟದ ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಶ್ರಗಗಳಿವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗಕೋನ 10° ಇದ್ದರೆ ಕ್ರೌನ್ ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗಕೋನ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ?

(–12.5°)

ವಿ.ಸೂ : ನಾಲ್ಕು ಅಂಕದ ಒಂದು ಲೆಕ್ಕ ಅಥವಾ ಥಿಯರಿ ಪ್ರಶ್ನೆ ಮಾತ್ರ ಕೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

೩. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಪೀಠಿಕೆ

ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವಾಗ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಮಾಧ್ಯಮ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಎಲ್ಲೆಯು ಸಮತಲದ್ದಾಗಿತ್ತು. ಅದೇ ರೀತಿ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಎಲ್ಲೆಯು ಗೋಳೀಯವಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಸೂತ್ರಗಳು ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತವೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಪ್ರಧಾನ ಭಾಗವಾದ ಮಸೂರಗಳದ್ದು ಕೂಡ ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದ ಅಭ್ಯಾಸವು ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಈ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಕೆಲ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಗೋಳತಲ - ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗ.

ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ - ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಯಾವ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರ (C)

ಧ್ರುವ - ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈನ ಮಧ್ಯಬಿಂದು (P)

ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ - ಗೋಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಯಾವ ಗೋಳದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ (PC)

ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ - ಧ್ರುವ ಮತ್ತು ವಕ್ರತಾ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಸರಳರೇಖೆ.

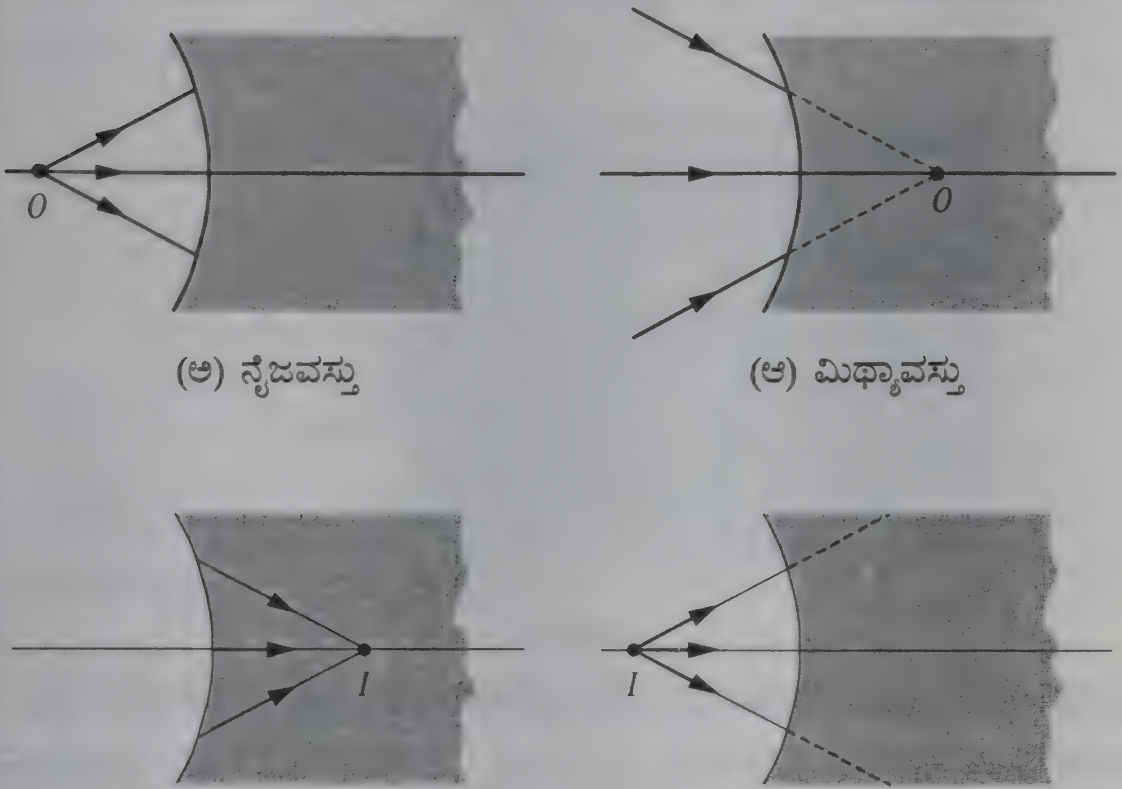
ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ - ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಹಾದು ಹೋಗುವ ದೃಶ್ಯ ಭಾಗದ ವ್ಯಾಸ.

(ಚಿತ್ರ - 02ರಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ)

ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯ

1. ಯಾವುದೇ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಧ್ರುವದಿಂದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅಳತೆ ಮಾಡಲಾಗುವುದು.

2. ನೈಜವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ದೂರವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಹಾಗೂ ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತು ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ದೂರವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದೂ ಭಾವಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.



(ಅ) ನೈಜವಸ್ತು (ಆ) ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತು

(ಇ) ನೈಜಪ್ರತಿಬಿಂಬ (ಈ) ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬ

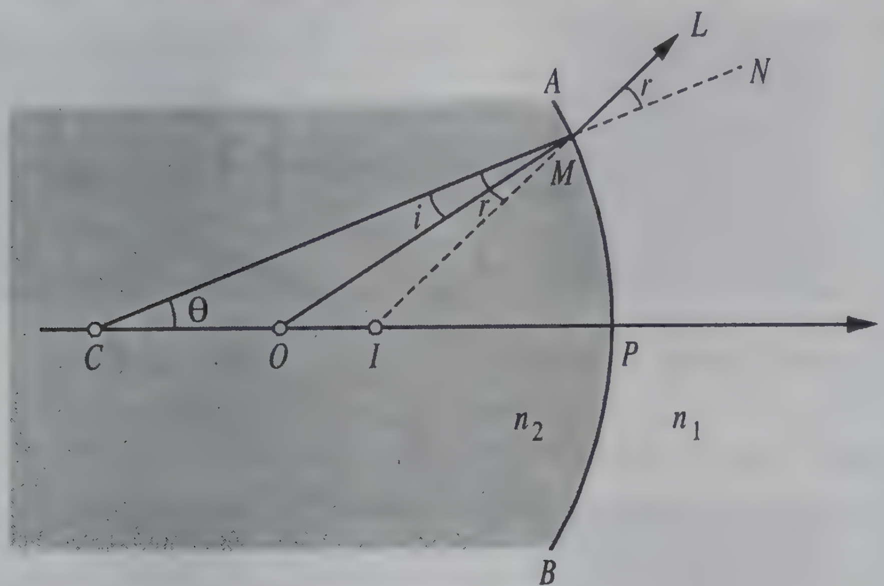
ಚಿತ್ರ 3.1

3. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳು ವಕ್ರೀಭವನವಾದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದತ್ತ ಬಾಗಿದಾಗ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಾಗಿದಾಗ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ವಕ್ರತಲವು ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದತ್ತ ನಿಮ್ನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದೂ, ಹಾಗಿರದೆ ವಕ್ರತಲವು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದತ್ತ ನಿಮ್ನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಗೋಳತಲದ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ n, u, v ಮತ್ತು R ಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ (ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪ ವಸ್ತುವು ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವಾಗ) ಚಿತ್ರ(3.2)ದಲ್ಲಿ AB ವಕ್ರತಲವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ n_1 ಮತ್ತು n_2 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. $n_2 > n_1$ ಆಗಿರಲಿ.

O ಸಾಂದ್ರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು, ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪವಸ್ತು. O ಇಂದ ಹೊರಟು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮುಖಾಂತರ ಹೋಗುವ ಕಿರಣವು ಲಂಬವಾಗಿ

ಪತನವಾಗುವುದರಿಂದ ವಿಚಲತೆಗೊಳ್ಳದೆ OP ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿನ OM ಪತನಕಿರಣವು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವಿಸಿ ML ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಧಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾಗಿ



ಚಿತ್ರ 3.2

ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನೈಜವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೇ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆದಾಗ ಅವು I ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಅಪಸರಣ (*divergent*) ಕಿರಣಾವಳಿಗಳೇನೋ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂದರಿಂದಾಗಿ I ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿದೆ.

$CMO = i$ (ಪತನಕೋನ)

$CMI = r$ (ವಕ್ರೀಭವನಕೋನ)

$MCI = \theta$ ಆಗರಲಿ.

OMC ತ್ರಿಕೋನಕ್ಕೆ ಸೈನ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ ;

$$CO / \sin i = OM / \sin \theta \quad \text{... (01)}$$

ಇದೇ ರೀತಿ IMC ತ್ರಿಕೋನದಲ್ಲಿ $CI / \sin r = IM / \sin \theta$ ... (02)

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಭಾಗಿಸಿದಾಗ ;

$$(CO / CI)(\sin r / \sin i) = OM / IM \quad \text{... (03)}$$

ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದ ಸಣ್ಣ ದೃಗ್ವ್ಯಾಸ ಉಳ್ಳ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿ

$OM \simeq OP$ ಮತ್ತು $IM \simeq IP$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಆಗ $$\left(\frac{CO}{CI}\right)\frac{\sin r}{\sin i} = \frac{OP}{IP} \quad \text{... (04)}$$

$OP=u, IP=v, CO=CP-OP=R-u$ ಮತ್ತು $CI=CP-IP=R-v$

ಎಂದು ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡರೆ,

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\frac{\sin r}{\sin i}=\frac{n_2}{n_1}$

$\therefore$ ಸಮೀಕರಣ (04)

$\frac{R-u}{R-v}\times\frac{n_2}{n_1}=u/v$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೂ, $n_2 v(R-u)=n_1 u(R-v)$

ಅಥವಾ $n_2 vR-n_2\, uv=n_1 uR-n_1\, uv$

ಮೇಲಿನದ್ದನ್ನು uvr ನಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ;

$\frac{n_2}{u}-\frac{n_2}{R}=\frac{n_1}{v}-\frac{n_1}{R}$ ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯಾನುಸಾರ ವಸ್ತು ದೂರ u ಧನಾತ್ಮಕ ; ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬದ ದೂರ v ಋಣಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ R ಧನಾತ್ಮಕ.

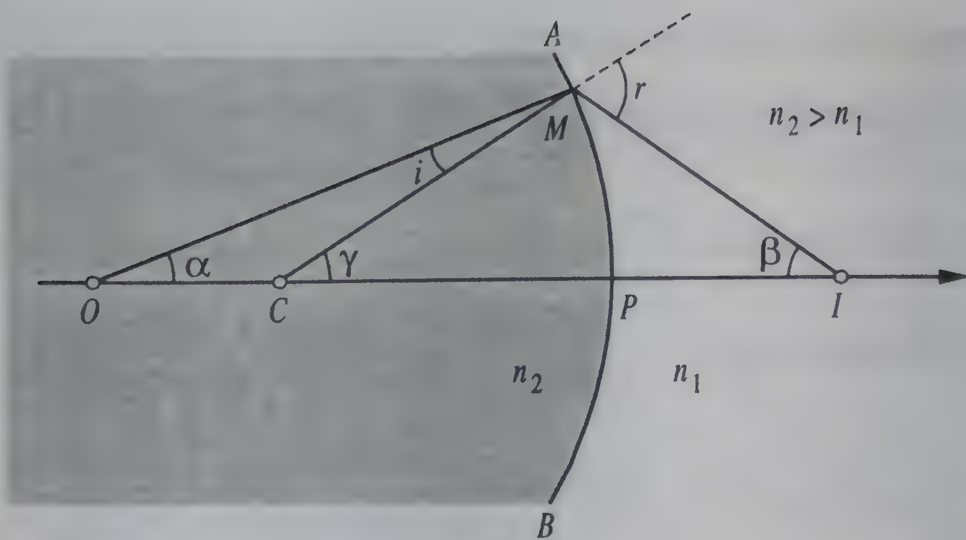
$$\therefore \quad \frac{n_2}{u}+\frac{n_1}{v}=\frac{(n_2-n_1)}{R} \qquad \ldots (05)$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಸಾರ್ವತ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು.

$$\frac{\text{ವಸ್ತು ದೇಶದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ}}{\text{ವಸ್ತುದೂರ}}+\frac{\text{ಬಿಂಬದೇಶದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ}}{\text{ಬಿಂಬದೂರ}}=\frac{\text{ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ}}{\text{ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ}}$$

ಪತನಕಿರಣವಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ವಸ್ತುದೇಶ (*object space*) ಎಂತಲೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಬಿಂಬದೇಶ (*image space*) ಎಂತಲೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈನ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣ $(n_2-n_1)/R$ ಅನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈ **ಸಾಮರ್ಥ್ಯ** (*power*) ವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಮೇಲ್ಮೈ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಅಭಿಸರಣ (*convergence*) ಮತ್ತು ಅಪಸರಣ (*divergence*) ದ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 3.3

ಆಪಾತ ಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಲಂಬದಿಂದ ದೂರ ಸರಿದು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಗುಂಟ ಸಾಗುವ ಕಿರಣವನ್ನು ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ *I* ನೈಜಬಿಂಬ

ಚಿತ್ರ 3.2ಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿವರಣೆ ಇಲ್ಲಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_1}{n_2}$

i ಮತ್ತು r ಬೆಲೆ ಚಿಕ್ಕದಿದ್ದಾಗ, $\sin i \simeq i$ ಮತ್ತು $\sin r \simeq r$

$\therefore n_1 r = n_2 i$ ... (1)

ತ್ರಿಭುಜ *OMC* ನಲ್ಲಿ

$i = \gamma - \alpha$ ಮತ್ತು ತ್ರಿಭುಜ *IMC* ನಲ್ಲಿ $r = \alpha + \beta$

ಜೊತೆಗೆ $\alpha = \frac{MP}{OP}$ ಮತ್ತು $\beta = \frac{MP}{PI}$ ಹಾಗೂ $\gamma = \frac{MP}{PC}$

$OP = u,\ PI = I,\ PC = r$ (ಎಲ್ಲವೂ ಧನಾತ್ಮಕ)

ಸಮೀಕರಣ (1) ರಿಂದ

$n_1\{\gamma + \beta\} = n_2\{\gamma - \alpha\}$ ಅಥವಾ $n_1\left\{\frac{MP}{PC} + \frac{MP}{IP}\right\} = n_2\left\{\frac{MP}{PC} - \frac{MP}{OP}\right\}$

$$n_1\left\{\frac{1}{r} + \frac{1}{v}\right\} = n_2\left\{\frac{1}{r} - \frac{1}{u}\right\}$$

ಅಥವಾ $\frac{n_2}{u} + \frac{n_1}{v} = \frac{n_2 - n_1}{r}$ ... (2)

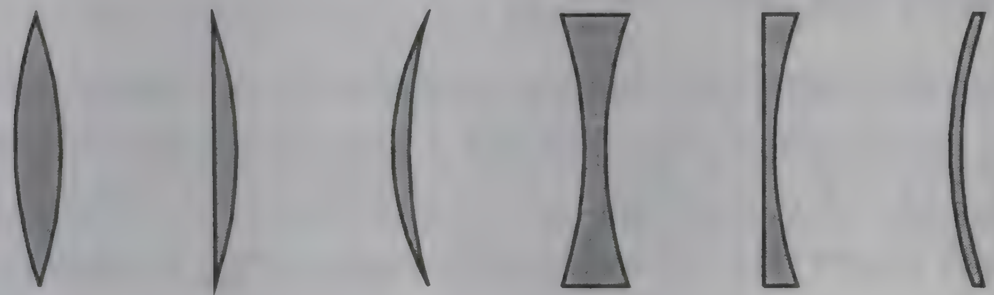
ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಾ ವಿವರಗಳೂ ಮಿಥ್ಯಾ ಬಿಂಬಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವುದೇ ಇಲ್ಲಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರಗಳು

ಎರಡು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈ ಅಥವಾ ಒಂದು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈ ಒಂದು ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಬಂಧಿತವಾದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಮಸೂರ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ದಪ್ಪಗಿದ್ದು ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವುದನ್ನು **ಪೀನಮಸೂರ**ವೆಂದೂ, ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ದಪ್ಪಗಿದ್ದು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವುದನ್ನು **ನಿಮ್ನಮಸೂರ**ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಮಸೂರುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 3.3ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



(ಅ) (ಆ) (ಇ) (ಈ) (ಉ) (ಊ)

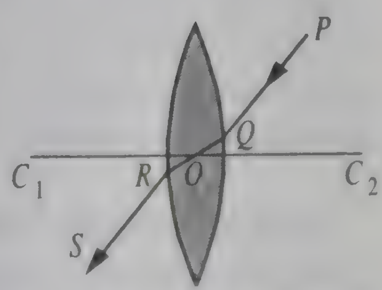
ಚಿತ್ರ 3.3

ಅ) ದ್ವಿಪೀನಮಸೂರ
ಆ) ಸಮತಲ ಪೀನಮಸೂರ — ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರಗಳು (*convergent lenses*)
ಇ) ನಿಮ್ನ - ಪೀನಮಸೂರ

ಈ) ದ್ವಿನಿಮ್ನ ಮಸೂರ
ಉ) ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಮಸೂರ — ಅಪಸರಣ ಮಸೂರಗಳು (*divergent lenses*)
ಊ) ಪೀನ - ನಿಮ್ನಮಸೂರ

ಎರಡು ವಕ್ರ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ವಕ್ರತಾ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ರೇಖೆಗೆ **ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಕಿರಣವು ಮಸೂರದ ಒಂದು ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖದ ಮೂಲಕ ಪತನಕಿರಣಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ನಿರ್ಗಮಿಸುವಾಗ, ಮಸೂರದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥವು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷವನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ (O) (*optic centre*) ಎಂದು ಹೆಸರು.



ಚಿತ್ರ 3.4 ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ

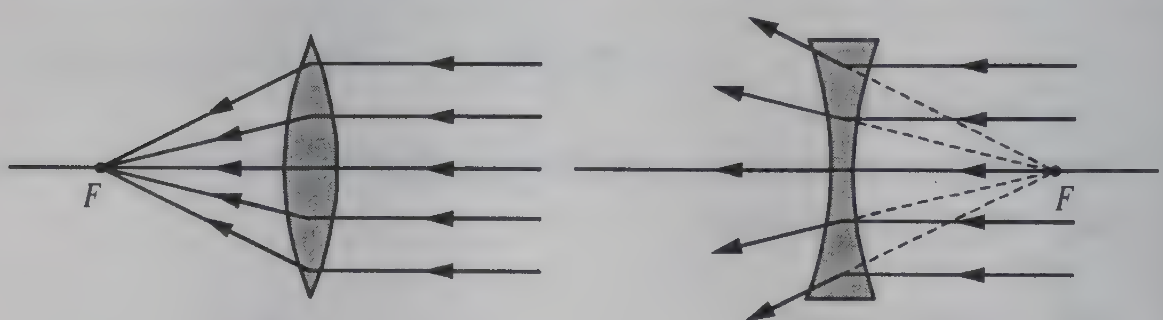
ಚಿತ್ರ 3.4ರಲ್ಲಿ PQ ಪತನಕಿರಣ RS ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣ

ಎರಡೂ ಸಮಾಂತರವಾಗಿವೆ. QR ಮಸೂರದೊಳಗಿನ ಕಿರಣಪಥ. ಇದು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ $C_1 C_2$ ವನ್ನು O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ O ಬಿಂದುವೇ ಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ.

ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತೆಳುಮಸೂರಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಸೂರದ ದಪ್ಪವು ಅದರ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕಿಂತ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ಅಂಥಾ ಮಸೂರವನ್ನು **ತೆಳುಮಸೂರ** (*thin lens*) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ತೆಳು ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಕೇಂದ್ರವು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಎರಡೂ ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರಗಳ ಕಾರ್ಯರೀತಿ

ಮಸೂರವು ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಅಶ್ರಗಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಅಶ್ರಗ ತಲವೂ, ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ (ಚಿತ್ರ 3.5 (ಅ)) ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ (ಚಿತ್ರ 3.5 (ಆ)) ಇರುತ್ತದೆ. ಮಸೂರದ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗವು ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿ ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಭುಜಗಳ ಚಿಕ್ಕ ಚಪ್ಪಡಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿ ಮತ್ತು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಕಿರಣಗಳು ವಿಚಲತಗೊಳ್ಳದೆ ನೇರವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ.



(ಅ) (ಆ)

ಚಿತ್ರ 3.5

ಆದರೆ ಚಪ್ಪಡಿಯ ಎರಡೂ ಬದಿಲಯಲ್ಲಿನ ಅಶ್ರಗಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ನಿರ್ಗಮಿಸುವಾಗ ಅಶ್ರಗಗಳ ತಲದ ಕಡೆಗೇ ಬಾಗುತ್ತವೆ.

ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಶ್ರಗ ತಲಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಲೂ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಕಡೆಗೆ ವಿಚಲತೆಗೊಂಡು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅಭಿಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರ (*convergent lens*) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಅಶ್ರಗ ತಲಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ದೂರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಅಪಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿಮ್ನಮಸೂರವನ್ನು ಅಪಸರಣ ಮಸೂರ (*divergent lens*) ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಂಗಮಬಿಂದು : **ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಅವುಗಳ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅಭಿಸರಿಸುತ್ತವೆ (ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ) ಅಥವಾ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಅಪಸರಿಸಿದಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ. (ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ) ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಿಂದುವನ್ನು ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು (F) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಸಂಗಮ ದೂರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಗಮ ದೂರ $FO = f$

ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಗಳಿದ್ದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಎರಡೂ ಕಡೆಗಳಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಮಸೂರದಲ್ಲು ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಕಡೆಗೆ ಒಂದೊಂದರಂತೆ ಇರುತ್ತವೆ.

(i) ಪೀನಮಸೂರ

ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ನಂತರ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರಿಕರಿಸಿದರೆ ಮಸೂರವನ್ನು ಪೀನಮಸೂರ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯ

ಮಸೂರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಕೆಳಕಂಡ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

1) ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾದ ದೂರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಅಳೆಯಬೇಕು.

2) ನೈಜ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೈಜ ಬಿಂಬದೂರಗಳು ಹಾಗೂ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಧನಾತ್ಮಕ.

3) ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತು ಮತ್ತು ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬ ದೂರಗಳು ಹಾಗೂ ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಋಣಾತ್ಮಕ.

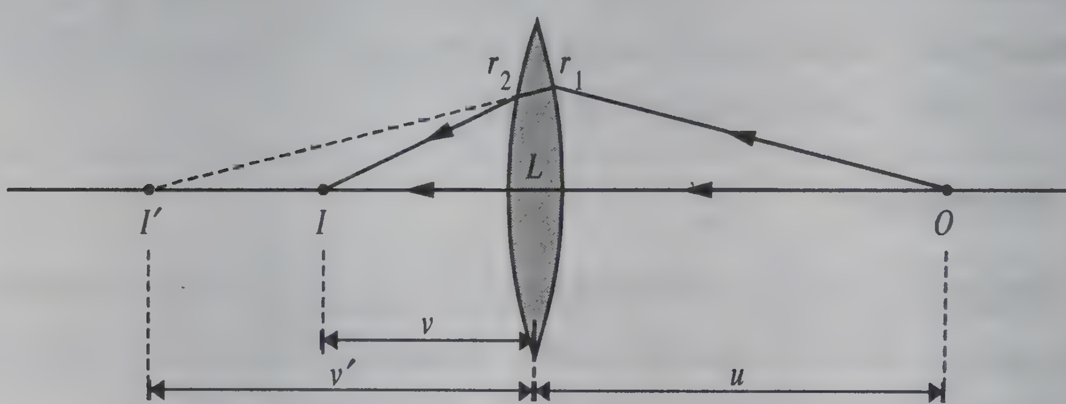
ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ

ತೆಳುಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲಿಗೆ r_1 ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಮೊದಲ

ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಳಿಯಿಂದ ಮಸೂರ (ಗಾಜು)ದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ, r_2 ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಎರಡನೆ ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನ. ಇಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗಿ ಕಿರಣವು n ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಮಸೂರದಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರದಿಂದ u ದೂರದಲ್ಲಿ O ವಸ್ತುವಿದೆ. ಮೊದಲ ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವಕ್ರೀಭವನದಿಂದ v' ದೂರದಲ್ಲಿ I' ನೈಜಬಿಂಬವು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯದ ಪ್ರಕಾರ u, v' ಮತ್ತು r_1 ಧನಾತ್ಮಕ.

$$\therefore \quad \frac{n}{v'}+\frac{1}{u}=\frac{n-1}{r_1} \qquad \text{... (06)}$$



ಚಿತ್ರ 3.6

ಈಗ I' ಬಿಂಬವು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತುವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಂತಿಮ ನೈಜಬಿಂಬ ಮಸೂರದಿಂದ v ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ. v' ಋಣಾತ್ಮಕ.

$$\therefore \quad \frac{1}{v}-\frac{n}{v'}=\frac{n-1}{r_2} \qquad \text{...(07)}$$

(06) ಮತ್ತು (07)ನ್ನು ಕೂಡಿದರೆ, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=(n-1)\left\{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right\}$ ... (08)

ಆದರೆ, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ (ಮಸೂರ ಸೂತ್ರ)

$$\therefore \quad \boxed{\frac{1}{f}=(n-1)\left\{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right\}} \qquad \text{... (09)}$$

ಇದನ್ನು ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ $\frac{1}{f} = p$ ಯು ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಭಿಸರಣಗೊಳಿಸುವ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ. **ಇದು ಮಸೂರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ವಕ್ರಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಅಭಿಸರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.**

ಹೆಚ್ಚು ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರವು ಕಡಿಮೆ ಅಭಿಸರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಪೀನ ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಪೀನ ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಧನಾತ್ಮಕ. ನಿಮ್ನಮಸೂರವು ಅಪಸರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದರಿಂದ ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಋಣಾತ್ಮಕ.

ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = $\frac{1}{f}$

ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಮೀಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾದ ಸಂಗಮದೂರದ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮ (*reciprocal*). ಅದನ್ನು ಡಯಾಪ್ಟರ್ (*dioptre*) ಮಾನದಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಒಂದು ಡಯಾಪ್ಟರ್.

$f\ cm$ ಸಂಗಮವುಳ್ಳ ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು $p = \frac{100}{f}$ ಡಯಾಪ್ಟರ್

ಅಥವಾ $p = \frac{100}{f} D$ ಅನೇಕ ಮಸೂರಗಳ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವು

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} +$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

P_1, P_2, P_3 ಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಸೂರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಒಟ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

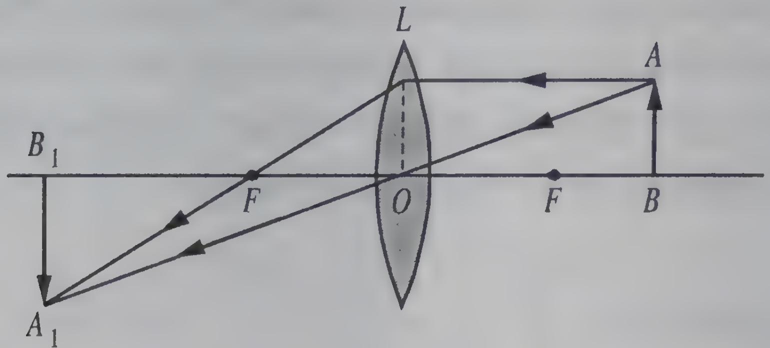
ಆದ್ದರಿಂದ, ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಎಲ್ಲ ಮಸೂರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.

ರೇಖೀಯವರ್ಧನ

ಬಿಂಬದೆತ್ತರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನೆತ್ತರಗಳ ನಡುವಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯೇ ರೇಖೀಯವರ್ಧನ.

$$\text{ವರ್ಧನ} = \frac{\text{ಬಿಂಬದೆತ್ತರ}}{\text{ವಸ್ತುವಿನೆತ್ತರ}}$$

ವರ್ಧನದಿಂದ ಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದೆ ಅಥವಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 3.7

ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ OAB ಮತ್ತು OA_1B_1 ತ್ರಿಕೋಣಗಳು ಸದೃಶವಾಗಿವೆ.

$$\therefore \quad \text{ವರ್ಧನ} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{OB_1}{OB} = \frac{v}{u} = \frac{\text{ಬಿಂಬದೂರ}}{\text{ವಸ್ತುದೂರ}}$$

ಅಂದರೆ, ವರ್ಧನವು ಬಿಂಬದೂರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುದೂರಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೌದು.

ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ತೆಳುಮಸೂರಗಳು

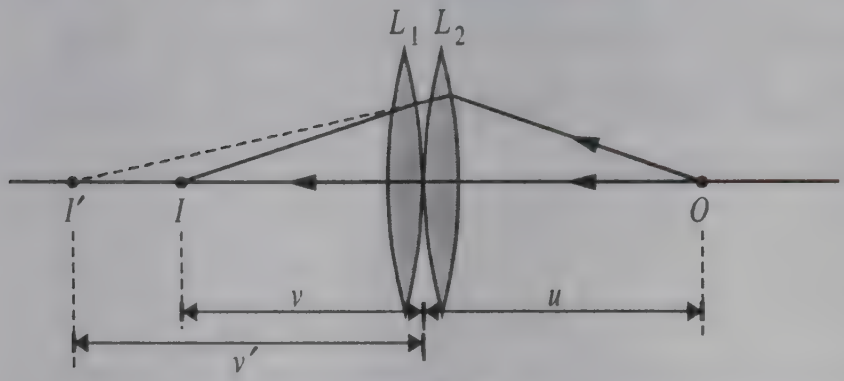
ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಒಂದೇ ಮಸೂರವನ್ನು ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಸಮಾನ ಮಸೂರವೆಂದು ಕರೆದು ಇಂತಹ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

f_1 ಮತ್ತು f_2 ಕ್ರಮವಾಗಿ L_1 ಮತ್ತು L_2 ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕ (*contact*) ದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. (ಚಿತ್ರ 3.8) ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು O ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜಬಿಂಬ I ಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. u ಮತ್ತು v ಕ್ರಮವಾಗಿ ವಸ್ತುದೂರ ಮತ್ತು ಬಿಂಬದೂರಗಳು. F ಈ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರ. ಆಗ,

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \qquad \dots (10)$$

ಮೊದಲಿಗೆ ಒಂದೇ ಮಸೂರ L_1 ಇದೆ ಎಂದುಕೊಂಡರೆ ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜ ಬಿಂಬವನ್ನು v' ದೂರದಲ್ಲಿರುವ I' ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ.

$$\therefore \quad \frac{1}{u}+\frac{1}{v'}=\frac{1}{f'} \qquad \dots (11)$$



ಚಿತ್ರ 3.8

ಈಗ ಎರಡನೆ ಮಸೂರ L_2 ವನ್ನು L_1 ಜೊತೆ ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ ಎರಡನೆ ಮಸೂರಕ್ಕೆ I_1 ಮಿಥ್ಯಾವಸ್ತುವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಂತಿಮ ನೈಜಬಿಂಬ I ಮೂಡುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ $u=v'$; $v=+v$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{v'}=\frac{1}{f_2} \qquad \dots (12)$$

(11) ಮತ್ತು (12) ನ್ನು ಕೂಡಿದರೆ, $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$ ... (13)

10 ಮತ್ತು 13 ನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದರೆ $\boxed{\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}}$ ... (14)

ಅನೇಕ ತೆಳುಮಸೂರಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಿದಾಗ, ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುಬಹುದು.

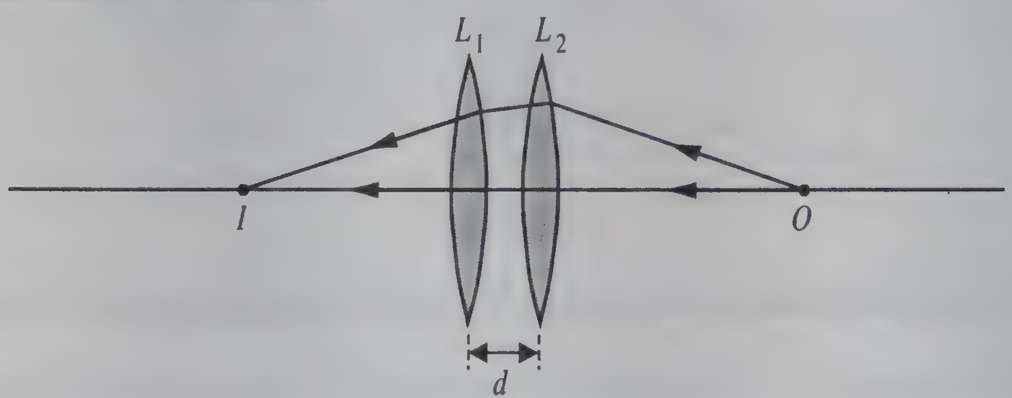
$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3} \qquad \ldots\ldots \qquad f_1, f_2, f_3$$ ಮುಂತಾದವು

ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು.

ಇಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆ ಸಂಪ್ರದಾಯದಂತೆ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಧನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಋಣಾತ್ಮಕ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಎರಡು ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ನಡುವೆ ಅಂತರವಿದ್ದಾಗ :

ಸ್ಪರ್ಶಿಸದ ಎರಡು ತೆಳು ಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮದೂರಗಳು f_1 ಮತ್ತು f_2 ಗಳಾಗಿರಲಿ. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸದಂತೆ, ಅವುಗಳ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವೆ d ದೂರವಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 3.9

ಈ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರ F ಆಗಿದ್ದಾಗ

$$F=\frac{f_1 f_2}{f_1+f_2-d}$$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ... (15)

ಗಮನಿಸಿ : 1) ಮಸೂರಗಳು ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ,

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{f_1+f_2}{f_1 f_2}$$

$$\therefore \quad F=\left(\frac{f_1 f_2}{f_1+f_2}\right) \qquad \ldots (16)$$

ಸಮೀಕರಣ 15ರಲ್ಲಿ $d=0$ ಆದಾಗ (16) ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

2) $d=0$ ಆದಾಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ.

3) $d < f_1 + f_2$ ಆಗಿದ್ದಾಗ F ಮತ್ತು ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ P ಧನಾತ್ಮಕ. ಇದನ್ನು ನೇತ್ರಕ (*eye piece*) ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

4) $d > f_1 + f_2$ ಆಗಿದ್ದಾಗ F ಮತ್ತು P ಋಣತ್ಮಕ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **2cm ತ್ರಿಜ್ಯದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಅದರ ವ್ಯಾಸದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ವ್ಯಾಸದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 1cm ಕೆಳಗಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಇರುವ ನೈಜ ದೂರವೆಷ್ಟು ?** $(n_g = 1.5)$

ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾದಾಗ :

$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v} = \frac{1}{R}(n_2 - n_1) \qquad \dots (1)$$

ಇಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ $n_1 = n_8 = 1.5$

ಇದನ್ನು ಗಾಳಿ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ನೋಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ $n_2 = 1$

ಬಿಂಬದೂರ = 1cm (ಮಿಥ್ಯಾಬಿಂಬವಾದ್ದರಿಂದ)

$R = 2$ cm (ಧನಾತ್ಮಕ ; ನಿಮ್ನತಲ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿದೆ)

1ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ :

$$\frac{1.5}{u} + \frac{1}{-1} = \frac{1}{2}(1.5 - 1) = 0.5/2 = 0.25$$

$$\therefore \quad 1.5/u = 1 + 0.25 = 1.25$$

ಅಥವಾ $u = 1.5/1.25 = 1.2\,\text{cm}$

ನೈಜದೂರ = 1.2cm

2. **20cm ವ್ಯಾಸದ ಅರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ಚಪ್ಪಟೆತಲದಿಂದ ಅದು 10/3cm ದೂರವಿರುವಂತೆಯೂ, ವಕ್ರತಲದಿಂದ 4cm ದೂರುವಿರುವಂತೆಯೂ ತೋರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಎರಡನ್ನೂ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದ್ದೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯ ನೈಜದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.** $(n_g = 1.5)$

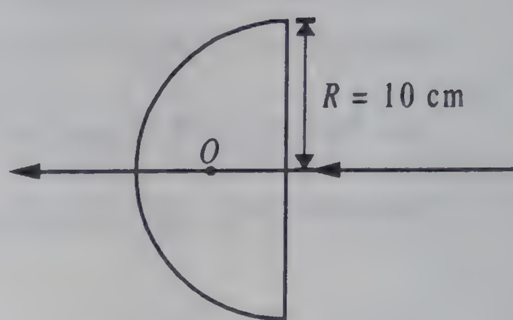
ಚಪ್ಪಟೆತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ :

n = ನೈಜದೂರ / ತೋರಿಕೆಯದೂರ

$\therefore \quad n = t/10/3 = 3t/10 \quad (t =$ ನೈಜದೂರ$)$ ... (1)

ವಕ್ರತಲದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ

$v = -4\text{cm}, \; R = 10\text{cm}$

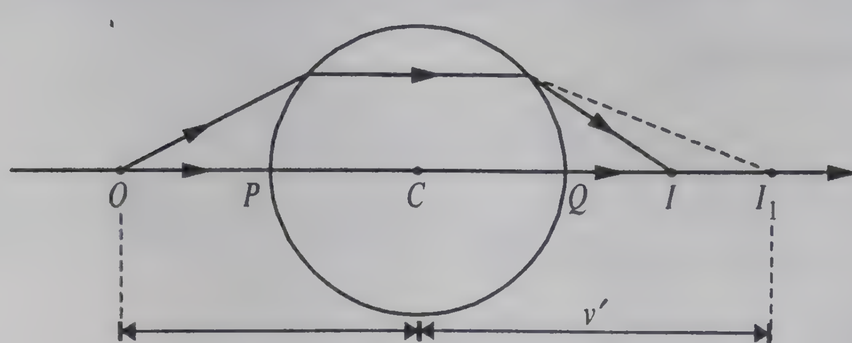


$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v} = \frac{1}{R}(n_1 - n_2)$$

$$\frac{1.5}{R-t} + \frac{1}{-4} = \frac{1}{10}(1.5-1)$$

$\therefore \quad t = 5\text{cm}$

3. 0.1m ತ್ರಿಜ್ಯದ, 1.5 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಗೋಳದ ಹೊರಮೈಯಿಂದ 0.5 m ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಂದುರೂಪದ ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದನ್ನು ಗೋಳದ ಇನ್ನೊಂದು ಬದಿಯಿಂದ ಅದರ ವ್ಯಾಸದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಎಲ್ಲಿ ಮೂಡಿರುತ್ತದೆ ? $(n_g = 1.5)$



ಮೊದಲ ವಕ್ರತಲದಲ್ಲಿ $r = 0.1\text{m}, n_2 = 1.5, n_1 = 1$

$$\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v'} = (n_2 - 1)[I/R]$$

$$\frac{1}{0.5} + \frac{1.5}{v^1} = (1.5-1)\;\frac{1}{0.1} = \frac{0.5}{0.1}$$

ಅಥವಾ $2+1.5/v^1=5$ $\therefore \quad v^1=0.5\text{m}$

ಎರಡನೆಯ ವಕ್ರತಲಕ್ಕೆ I_1 ತೋರಿಕೆಯ ವಸ್ತುವಾಗಿದ್ದು ನೈಜಬಿಂಬವು I ನಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ.

$$\frac{1.5}{-0.5}+\frac{1}{v}=(1.5-1)\frac{1}{0.1}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{v} = 5+3=8 \text{ ಅಥವಾ } v=0.125\text{m}$$

ನೈಜ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಇನ್ನೊಂದು ವಕ್ರತಲದಿಂದ 0.125 m ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ.

4. ಸಮ ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮ ದೂರವು ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ :

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\}$$

ಇದರಲ್ಲಿ $R_1=R_2=f$ $\therefore$ $(n-1)=\frac{1}{2}$ ಅಥವಾ $(n-1)=1+\frac{1}{2}=1.5$

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.5

5. ಒಂದು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 0.2m ಮತ್ತು 0.25 m ಗಳಾಗಿವೆ. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು ?

$$n=1.5,\ R_1=0.2\text{m},\ R_2=0.25\text{m}$$

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{f}=(1.5-1)\left\{\frac{1}{0.2}+\frac{1}{0.25}\right\} \text{ ಅಥವಾ } f=0.22\text{m}$$

[R_1 ಮತ್ತು R_2 ಋಣಾತ್ಮಕ ; ಸಂಗಮದೂರವೂ ಋಣಾತ್ಮಕ]

6. ಪೀನಮಸೂರದ ಎರಡು ವಕ್ರತಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು 0.1D ಮತ್ತು 0.05 D ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನೂ, ಸಂಗಮದೂರವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$D_1=(n-1)/R_1 \qquad D_2=(n-1)/R_2$

$0.1=(1.5-1)/R_1 \qquad 0.05=(1.5-1)R_2$

$\therefore \quad R_1=5\text{m}$ ಮತ್ತು $R_2=10\text{m}$

ಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $D=D_1+D_2=0.1+0.05=0.15$

$$f=1/\text{D}=\frac{1}{0.15}=\mathbf{6.67m}$$

7. 0.2m ಸಂಗಮದೂರದ ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 3/2 ಮತ್ತು ನೀರಿನದ್ದು 4/3 ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ಬದಲಾದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು ?

$$\frac{1}{f}=\left(\frac{n_2}{n_1}-1\right)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\} \text{ (ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ)}$$

$$\frac{1}{0.20}=\left(\frac{3}{2}-1\right)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\}$$

$$\therefore \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=\frac{1}{0.20}\times\frac{1}{0.05}=\frac{1}{0.1}=10$$

$$\frac{1}{f}=\left(\frac{3/2}{4/3}-1\right)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\} \text{ (ನೀರಿನಲ್ಲಿ)}$$

$$=(9/8-1)\times 10=10/8$$

$\therefore f$ ನೀರಿನಲ್ಲಿ = **8/10 = 0.8 m**

8. ಒಂದು ಪರದೆಯಿಂದ 150 m ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿದೆ. ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ತೀನ ಮಸೂರವನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ 4 ಪಟ್ಟು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿದೆ. ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು ?

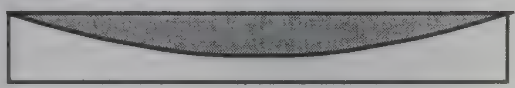
ವರ್ಧನ $m=4=\frac{v}{u}$ $\therefore v=u$ ಮತ್ತು $v+u=m$ $\therefore u=3$ ಮತ್ತು $v=120$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v} \text{ ಅಥವಾ } f=\frac{uv}{u+v}=\frac{3\times120}{150}=24$$

ಸಂಗಮದೂರ = 24m

9. ಒಂದು ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಾಕೃತಿಯ ಗಾಜಿನ ಮಸೂರದ ತ್ರಿಜ್ಯವು 0.2m ಮತ್ತು ಅದರ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5. ಅದರ ನಿಮ್ನ ತಲವನ್ನು ಒಂದು ದ್ರವದಿಂದ ತುಂಬಿದೆ. ದ್ರವ ಮತ್ತು ಗಾಜಿನ ಮಸೂರಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಒಟ್ಟು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರದ 0.24 m ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

ಸಮತಲ - ನಿಮ್ನ ಗಾಜಿನ ಮಸೂರಕ್ಕೆ :



$R_1=-0.2\text{m}$ $R_2=\infty$ $n_1=1.5$

$$\therefore \frac{1}{f_1}=(n_1-1)\left[\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right]$$

$$=(1.5-1)\left[\frac{1}{-0.2}-\frac{1}{\infty}\right]=-\frac{0.5}{0.2}=-2.5$$

ಅಥವಾ $f_1=-0.4\text{m}$

ಜೋಡಣೆಯಾದಾಗಿನ $f=+0.24\text{m}$

$$\because \frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_2};\ \frac{1}{0.24}=\frac{1}{f_2}-\frac{1}{0.4}$$

ಅಥವಾ $\frac{1}{f_2}=\frac{1}{0.24}+\frac{1}{0.4}=2.92$

ದ್ರವ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ $f_2 = \frac{1}{2.92} = 0.343\text{m}$

$$\because \quad \frac{1}{f_2} = (n_2 - 1)\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right]$$

$$2.92 = (n_2 - 1)/0.2$$

ಅಥವಾ $(n_2 - 1) = 2.92 \times 0.2 = 0.584$

$$\therefore \quad n_2 = 1.584$$

ದ್ರವದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.584

10. 20cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಪೀನಮಸೂರ ಮತ್ತು 30 cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನಮಸೂರಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ದೊರೆಯುವ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

ಪೀನಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = $100/f = 100/20 = 5\text{D}$

ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = $-100/f = -100/30 = -3.33\text{D}$

ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = $5 - 3.33 = 1.67\text{D}$

ಸಂಗಮದೂರ = $100/P = 100/1.67 =$ **60 cm**

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಕ್ರತಾಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಧ್ರುವವೆಂದರೇನು ?
2. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾಗುವಾಗ ದೃಗ್ವ್ಯಾಸದ ಮಹತ್ವವೇನು ?
3. ವಕ್ರತಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೂಚಕ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
4. ಅಭಿಸರಣ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ
5. ಅಪಸರಣ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
6. ತೆಳುಮಸೂರದ ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರವೆಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ?
7. ಪೀನಮಸೂರದ ಮೇಲೆ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಆಗುವ ವಕ್ರೀಭವನದ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿ.

8. ಪೀನಮಸೂರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ದ್ಯುತಿಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದಾಗ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
9. ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಲ್ಲಿ ಬಿಂಬ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
10. ರೇಖೀಯವರ್ಧನಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
11. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ?
12. ನಿಮ್ನಮಸೂರವನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
13. ದರ್ಪಣಗಳಿಗೆ ಒಂದೇ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿದ್ದು ಮಸೂರಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಎರಡು ಸಂಗಮ ಬಿಂದುಗಳಿರುವುದೇತಕ್ಕೆ ?
14. ಮಿಥ್ಯಾ ಬಿಂಬವನ್ನು ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆ ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನವಾಗುವಾಗ ಬಳಸುವ ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯ ವಿವರಿಸಿ.
2. ಮಸೂರಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ನಿಮಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ರೇಖೀಯವರ್ಧನವೆಂದರೇನು ? ವರ್ಧನಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಂದರೇನು ? ಅದನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮಾನಕ್ಕೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
5. ಎರಡು ತೆಳು ಮಸೂರಗಳ ನಡುವೆ ಅಂತರವಿದ್ದಾಗಿನ ಸಂಗಮದೂರದ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಗೋಳತಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
2. ಸಂಸ್ಪರ್ಶದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ತೆಳುಮಸೂರಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸರಿಸಮಾನ ಸಂಗಮದೂರವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ಮಸೂರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 ಇರುವ ಗಾಜಿನ ಗೋಲವೊಂದರ ತ್ರಿಜ್ಯ 10 cm. ಗೋಳದ ಮೇಲೊಂದು ಗುರುತಿದೆ. ಅದನ್ನು ಎದುರುಮುಖದಿಂದ ವ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದರೆ ಕಾಣುವ ಗುರುತಿನ ಸ್ಥಾನವೇನು ? (40cm)
2. 2 cm ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗಾಜಿನ ಗೋಳದ ಒಳಗೆ ಒಂದು ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿದೆ. ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿರುವ ವ್ಯಾಸಮಾರ್ಗದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ 1.2 cm

ಒಳಗಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ನೋಟ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗುಳ್ಳೆಯಿರುವ ನೈಜ ಆಳವೆಷ್ಟು?

(1.39cm)

3. 8 cm ಎತ್ತರದ ವಸ್ತುವೊಂದು ಮಸೂರದಿಂದ 0.75 cm ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗ 2 cm ಎತ್ತರದ ನೈಜಬಿಂಬವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು?

(0.15m)

4. 6 cm ಎತ್ತರದ ವಸ್ತವನ್ನು 10 cm ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ನಿಮ್ನಮಸೂರದಿಂದ 30 cm ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಬಿಂಬದ ಸ್ವಭಾವ, ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(ಮಿಥ್ಯಾ 7.5cm, 1.5 cm)

5. ಸಮತಲ ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ 40cm. ನಿಮ್ನತಲದ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ 20cm. ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

(1.5)

6. ನಿಮ್ನಮಸೂರದ ಎರಡು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಕ್ರಮವಾಗಿ 0.10 m ಮತ್ತು 0.05m, ಮಸೂರದ ಸಂಗದೂರ 0.07 m, ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ? (1.476)

7. ಪೀನಮಸೂರದ ಎರಡು ಮೇಲ್ಮೈಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅನುಕ್ರವಾಗಿ 0.1D ಮತ್ತು 0.05D. ಮಸೂರ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5. ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

(5m,10m,6.67m)

8. ಪೀನಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು 1.5 ಮತ್ತು ಸಂಗಮದೂರ 0.15 m ಇದೆ. ಮಸೂರವನ್ನು *a*) ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ; ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.33 *b*) 1.54 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಸಲ್ಫೈಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಸಂಗಮದೂರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಅದು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರದಂತೆ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೋ ಅಥವಾ ಪೀನಮಸೂರದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[f ನೀರು $=0.587$, $f\,CS_2=-2.886$m]

9. ನಿಮ್ನಮಸೂರವೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ 1/3 ಪಟ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಸೂರದಿಂದ 9 cm ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ, ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರವೆಷ್ಟು ?

(–4.5cm)

10. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವನ್ನು 10 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸಲು ಒಂದು ಮಸೂರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ವರ್ಧನೆ 19 ಪಟ್ಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು ?

(0.5m)

11. 15cm ಸಂಗಮದೂರದ ಪೀನಮಸೂರವನ್ನು 60 cm ಸಂಗಮದೂರದ ನಿಮ್ನಮಸೂರದೊಡನೆ ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವಂತೆ ಒಟ್ಟಿಗೇ ಇಟ್ಟಾಗ ಬರುವ ಜೋಡಣೆಯ ಸ್ವರೂಪ, ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ಮಸೂರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(+20cm (ಪೀನ) +5D)

12. ಒಂದು ಪೀನಮಸೂರವು ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು 0.6 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. 0.5 m ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಒಂದು ನಿಮ್ನ ಮಸೂರವನ್ನು ಪೀನ ಮಸೂರದಿಂದ 0.2 m ದೂರದಲ್ಲಿ ಪರದೆ ಮತ್ತು ಪೀನಮಸೂರದ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟಾಗ, ಸ್ಪಷ್ಟ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಪಡೆಯಲು ಪರದೆಯನ್ನು ಎಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಸಬೇಕು.

(0.8m)

ವಿ.ಸೂ. : ನೀಲಿ ನಕ್ಷೆಯ ಪ್ರಕಾರ ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕ ಕೇಳಬಹುದು.

ವಿಭಾಗ ೨

ಭೌತದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ

೪. ಬೆಳಕಿನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿಗೆ ಪೀಠಿಕೆ

ಪೀಠಿಕೆ

ಈ ವರ್ಷದ ಪಠ್ಯವಿಷಯದ ಮೊದಲ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ದರ್ಪಣಗಳು ಮೂಡಿಸುವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು, ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ವಿಪಥನ ಮತ್ತು ಅನೇಕ ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳ ಕಾರ್ಯರೀತಿಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡುವಾಗ ಬೆಳಕು ನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಗಮನ ಕೊಟ್ಟಿರಲಿಲ್ಲ. ಈಗ ಬೆಳಕೆಂದರೇನು ? ಅದು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ಬಗೆ ಹೇಗೆ ? ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವರೂಪವೇನು ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪುರಾವೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಅಧ್ಯಯನವೇ 'ಭೌತದ್ಯುತಿ ಪ್ರಕರಣ'.

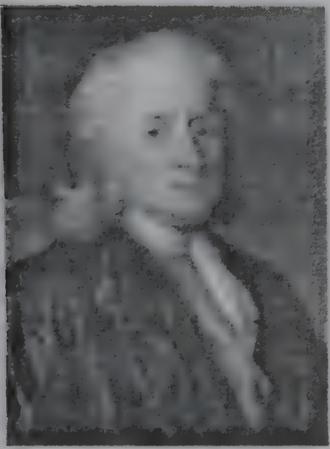
ಬೆಳಕಿನ ನಿಜವಾದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದಿನಿಂದ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ನಡೆದಿದೆ. ಬೆಳಕು ದೀಪ್ತ ವಸ್ತು, ಅತಿವೇಗವಾಗಿ ಹೊರಚೆಲ್ಲುವ ತುಂಬಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪೈಥಾಗೊರಸ್ (ಕ್ರಿ.ಪೂ. 582 - 497) ನಂಬಿದ್ದ. ಪ್ಲೇಟೋ (ಕ್ರಿ. ಪೂ. 428 - 347) ಮತ್ತು ಸಹಚಿಂತಕರ ಪ್ರಕಾರ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಂದ ಚಿಮ್ಮುವ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಕಿರಣಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಅವು ನಮಗೆ ಗೋಚರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ, ಅದೇ ಬೆಳಕು. ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ (ಕ್ರಿ. ಪೂ. 384 - 322) ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಒಂದು ವಿದ್ಯಮಾನವೇ ಬೆಳಕು.

ಬೆಳಕು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ ಎಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದ. ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎರಡು ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜಾಗದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಜಾಗಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಬಹುದು. ಒಂದು, ತರಂಗರೂಪ (ಉದಾಹರಣೆ : ಶಬ್ದತರಂಗಗಳು) ಎರಡು, ಕಣರೂಪ (ಉದಾಹರಣೆ : ಬಂದೂಕಿನಿಂದ ಹಾರಿಸಿದ ಗುಂಡು). ಹೀಗಾಗಿ ಹದಿನೇಳನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಪ್ರಚಾರಗೊಂಡವು. ಮೊದಲನೆಯದು ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್

(1642 - 1727) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಎರಡನೆಯದು ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ (1629 - 1695) ಮಂಡಿಸಿದ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತ.

ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ

ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಖಚಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದನ್ನು ಮೊದಲು ಮುಂದಿಟ್ಟ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ನ್ಯೂಟನ್‌ಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. 1675ರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟನ್ ದ್ಯುತಿಕಣಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕು ಅಗೋಚರವಾದ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಈ ಕಣಗಳು ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುತ್ತವೆಂದರೆ ಅವು ಪದಾರ್ಥಕಣಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೂರಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ದೀಪ್ತವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೊಳ್ಳುವ ಇವು ಅಧಿಕ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗದೆ ನೇರರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಣಗಳು ಅಕ್ಷಿಪಟದ ಮೇಲೆ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಿಂದ ನಮಗೆ ನೋಟದ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗಾತ್ರದ ಕಣಗಳಿಂದಾಗಿದೆ.



ಸರ್ ಐಸ್ಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್

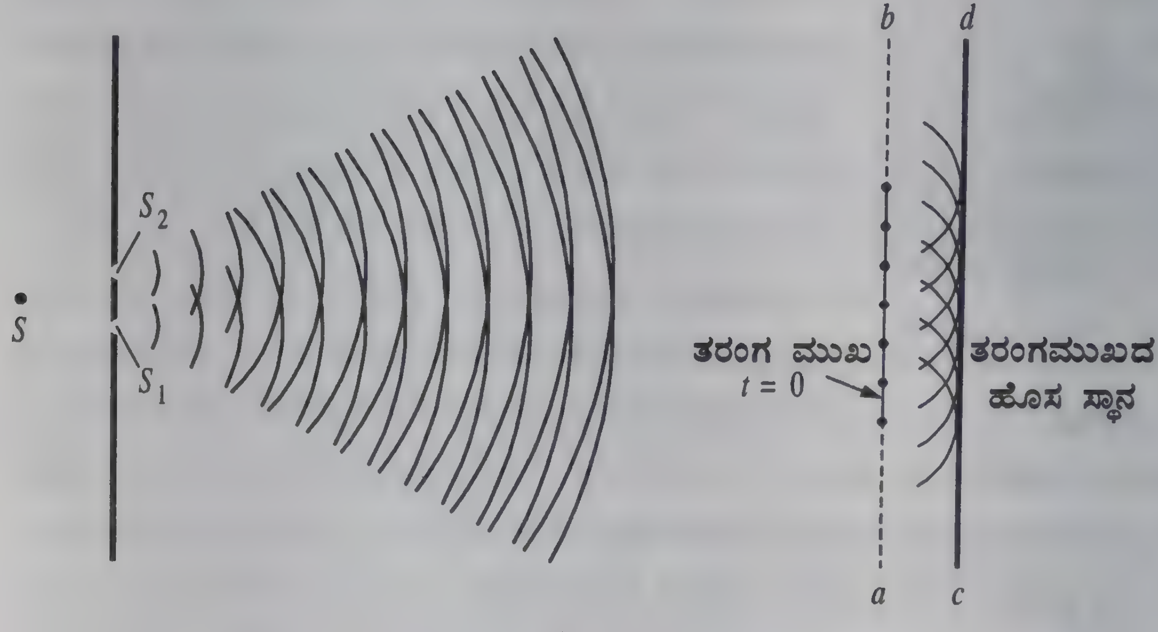
ನ್ಯೂಟನ್ ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತ ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾಪ್ರಸಾರ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಬೀಳುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೇಲ್ಮೈಬಳಿ ಕಣಗಳು ಅನುಭವಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ವಿಕರ್ಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಉಂಟುಗಾತ್ತವೆ ಎಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ವಿವರಿಸಿದ್ದ. ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನ ಆಗುವುದಾದರೆ ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿಗಿರಬೇಕು, ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ 1850ರಲ್ಲಿ ಫೊಕೊ ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಇದು ತಪ್ಪೆಂದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ. ಇದು ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದ್ದ ಒಂದು ಬಲವಾದ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸತ್ಯ.

ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮುಂದೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾದ ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆ, ವ್ಯತಿಕರಣ, ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕರಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಫಲವಾಯಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದರ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದ್ದೇ ಇತ್ತು.

ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತ

1690ರಲ್ಲಿ ಡಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕು ಶಬ್ದತರಂಗಗಳಂತೆ ಸಂಕೋಚನ ಮತ್ತು ವಿರಳನಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ

ಅಸಂಖ್ಯ ನೀಳತರಂಗಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂಡೆಗೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ತರಂಗದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ರವಾನೆಗೆ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮ ಅತ್ಯವಶ್ಯಕ. ಆದರೆ ಬೆಳಕು ಶೂನ್ಯದ ಮೂಲಕವೂ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಇರುವ, ಶೂನ್ಯದಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಪದಾರ್ಥದೊಳಗೂ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವ, ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಮತ್ತು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ದೀಪ್ತಧರ ಈಥರ್ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾಸಿದ. ಈಥರ್ ಮಾಧ್ಯಮವು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಗುಣವುಳ್ಳ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದ್ದು ವಿರಳ ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದೀಪ್ತವಸ್ತುವೂ ಈಥರ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಕ್ಷೋಭೆಗೊಳಿಸುವ (*disturbance*) ಆಕರವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ಷಣದಿಂದ ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಅತಿವೇಗವಾಗಿ ಸಾಗುವ ಈ ಕ್ಷೋಭೆಯೇ ಬೆಳಕು. ಕ್ಷೋಭೆಗೊಂಡ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ನೀಳಕಂಪನವು ಬೆಳಕಿಗೆ ತರಂಗ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 4.1

ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಪ್ರಕಾರ S ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ತರಂಗಗಳು ಸ್ಥಿರವಾದ ವೇಗ (c) ದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. t ಸಮಯದ ನಂತರ ಇವು ct ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿ ab ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ab ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಎಲ್ಲ ಕಣಗಳು ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು **ಪ್ರಥಮ ತರಂಗಮುಖ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ - 4.1).

ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ

1. ಪ್ರಥಮ ತರಂಗಮುಖದ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ಬಿಂದುಗಳೂ ಕ್ಷೋಭೆಯ ಆಕರಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ದ್ವಿತೀಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

2. ದ್ವಿತೀಯ ತರಂಗಗಳೂ ಮೂಲತರಂಗಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

3. *t* ಸಮಯದ ನಂತರ ದ್ವಿತೀಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಹೊದಿಕೆಯು ದ್ವಿತೀಯ ತರಂಗಮುಖಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ಕಂಪನಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಪಥವನ್ನು ತರಂಗಮುಖ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸಮರೂಪಿ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬಿಂದುರೂಪದ ಆಕರ ಸಾಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ತರಂಗಮುಖ **ಗೋಲಾಕಾರ**ವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅನಂತದೂರದಲ್ಲಿ ತರಂಗಮುಖವನ್ನು **ಸಮತಲ**ವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಕಿರಿದಾದ ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮೂಲಕ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮುಖ **ಉರುಳೆಯಾಕಾರ**ದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು. ವಕ್ರೀಭವನದ ವಿವರಣೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು. ಇದನ್ನೆ ಫೂಕೊ 1850ರಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗ ಸಮರ್ಥಿಸಿತು. ಇದು ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ವಿರುದ್ಧ ದೊರಕಿದ ಪ್ರಮುಖ ಗೆಲುವು.

1669ರಲ್ಲಿ ಎರಾಸ್ಮಸ್ ಬಾರ್ಥೊಲಿನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ವಿವರಿಸಿದ. ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಥಾಮಸ್ ಯಂಗ್ (1773 -1829) 1801ರಲ್ಲಿ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸಿದ.

1818ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಗಸ್ಟಿನ್ ಫ್ರೆನೆಲ್ ಬೆಳಕಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ವಿವರಿಸಿದ. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ, ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಶಬ್ದತರಂಗಗಳಂತೆ ನೀಳ ಎಂದು ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಭಾವಿಸಿದ್ದ. ಈ ತೊಡಕನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಫ್ರೆನೆಲ್ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ನೀಳವಲ್ಲ, ಅವು ಅಡ್ಡತರಂಗಗಳು ಎಂಬ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ಸಲಹೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಇದರಿಂದ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಹೀಗೆ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತ ಯಂಗ್, ಫ್ರೆನೆಲ್ ಮತ್ತು ಇತರರಿಂದ ಪರಿಷ್ಕಾರಗೊಂಡು ಎಲ್ಲರ ಮನ್ನಣೆ ಗಳಿಸಿತು.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ

ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಈಥರ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಗುಣಲಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವೈರುಧ್ಯಗಳಿದ್ದವು. ಬೆಳಕಿನ ಅಧಿಕ ವೇಗ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲು ಈಥರ್ ಮಾಧ್ಯಮ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ ಹೊಂದಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದೇ ಕಾಲಕ್ಕೆ ವಿರಳ ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿರಬೇಕು.

(ಯಾಕೆಂದರೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ತರಂಗದ ವೇಗ $v=\sqrt{\frac{\gamma E}{\rho}}$, γ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ : (E - ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತೆ; ρ - ಸಾದ್ರಂತೆ). ಇಂಥ ದ್ವಂದ್ವ ಗುಣವುಳ್ಳ ಮಾಧ್ಯಮದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸುಲಭಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ. ಇದು ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲು ಇದ್ದ ದೊಡ್ಡ ತೊಡಕು. ಈ ತೊಡಕು ಜೇಮ್ಸ್ ಕ್ಲರ್ಕ್ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ 1873ರಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿದ **ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಸಿದ್ಧಾಂತ**ದಿಂದ ನಿವಾರಣೆಯಾಯಿತು.

ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಫ್ರೆನೆಲ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೇವಲ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಸಾರವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದರು. ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ ಯೋಚಿಸಿ, ಬೆಳಕು, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಶಕ್ತಿ ತರಂಗರೂಪದಲ್ಲಿ, ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ.

ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ

ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ (E) ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ (B)ಗಳ ಅಂತರಾವಲಂಬನದಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗ, ಎರಡೂ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಲಂಬ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ನಿರ್ದ್ರವ್ಯ ಮುಕ್ತ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ತರಂಗಗಳು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ, 300 000 ಕಿಮೀ/ಸೆ. ನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳ ವೇಗವನ್ನು $c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ ಎಂದು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ.

$$\left\{\begin{array}{l}\varepsilon_0=8.852\times10^{-12}\ \mathrm{F/m}\\ \mu_0=4\pi\times10^{-7}\ \mathrm{H/m}\end{array}\right\}$$

ಈ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ, $c=3\times10^8$ ಮೀ/ಸೆ ಆಗುತ್ತದೆ.

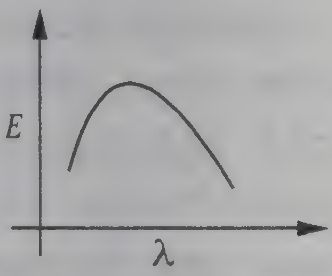
ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪುಷ್ಟಿ ದೊರೆತದ್ದು ಹೈನ್ರಿಕ್ ಹರ್ಟ್ಸ್ (1857 - 94) ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ.

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರೇರಣ ಕುಂಡಲಿ (*induction coil*) ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ, ವಿದ್ಯುತ್ ಧಾರಕ ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ್ದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಆ ತರಂಗಗಳನ್ನು 20 ಮೀ. ವರೆಗೆ ಪ್ರಸಾರವನ್ನೂ ಮಾಡಿದ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿದ ಪ್ರೇಷಣೆ ಆಂಟೆನಾಕ್ಕೆ 1GHz ಆವೃತ್ತಿಯ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹರ್ಟ್ಸ್ ಬಳಸಿದ. ಗ್ರಾಹಕ ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ಇಷ್ಟೇ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಶ್ರುತಿಗೊಳಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಿದ ಕೀರ್ತಿ ಹರ್ಟ್ಸ್‌ಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ಈ ಅಲೆಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಂತೆ

ಪ್ರತಿಫಲನ, ವ್ಯತಿಕರಣ, ಧ್ರುವೀಕರಣ ಮುಂತಾದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆಂದೂ ಸಾಬೀತು ಮಾಡಿದ. ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳು ಅಡ್ಡಲೆಗಳಾಗಿರಲೇ ಬೇಕು.

ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸದ ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದು ಬೆಳಕು ಪದಾರ್ಥದೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ, ಬೆಳಕಿನ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ರೇಖಾರೋಹಿತಗಳು ಮತ್ತು ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ವಿಕಿರಣ ವಿತರಣೆ ಕುರಿತ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿಫಲವಾಯಿತು. ಆಗ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕೃತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಪುನರುಜ್ಜೀವನಗೊಳಿಸಬೇಕಾಯಿತು.



ಚಿತ್ರ 4.2

ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್‌ನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ದೃಢೀಕರಿಸಿದ ಹರ್ಟ್ಸ್‌ನೇ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು 1887ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವೊಂದು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಪತನವಾದಾಗ ಅವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಪರಮಾಣುವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನೇಕ ದಿನಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಬೆಳಕು ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ತಕ್ಷಣವೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ - ಗುಂಡೊಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರದೂಡಿದಂತೆ.

ಇದೇ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ವಿಕರಣ ವಿತರಣೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಬಹಳ ದಿನಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿತ್ತು. ಕಪ್ಪುಕಾಯ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅದರ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಆಲೇಖಿಸಿದರೆ ಚಿತ್ರ 4.2ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ರೇಖೆ ಬರುತ್ತದೆ. ತರಂಗದೂರದೊಂದಿಗೆ ವಿಕರಣ ಶಕ್ತಿ ಬದಲಾಗುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಈ ರೇಖೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ವ್ಹೀನ್, ರ್‍ಯಾಲೆ ಮತ್ತು ಜೀನ್ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ ಸೋತಿದ್ದರು.

ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕ್ 1900ರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿಯಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ವ್ಹೀನ್ ಮತ್ತು ರ್‍ಯಾಲೆ - ಜೀನ್ ಕಪ್ಪುಕಾಯದ ವಿಕರಣ ವಿತರಣೆಯ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದ್ದರು. **"ಶಕ್ತಿಯಧಾರೆ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ"** ಎಂಬ ಸುಮಾರು 300 ವರ್ಷಗಳ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ಧಿಕ್ಕರಿಸಿ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೇ ಬದಲಿಸಿದ "ಶಕ್ತಿಯಧಾರೆ ವಿಚ್ಛಿನ್ನ, ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಲ್ಲ" ಎಂಬ

ಹೊಸ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಇದನ್ನಾಧರಿಸಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ "ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ" ಅಥವಾ **ಶಕಲ ಸಿದ್ಧಾಂತ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಶಕ್ತಿ ನೀರಿನಂತೆ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ; ಬದಲಿಗೆ ರಿವಾಲ್ವರ್‌ನಿಂದ ತುಂಬಾ ವೇಗವಾಗಿ ಒಂದರ ಹಿಂದೊಂದರಂತೆ ಹಾರಿಸಿದ ಗುಂಡುಗಳ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಗುಂಡೂ ಒಂದೊಂದು 'ದ್ಯುತಿಕಣ'ವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಕಣವನ್ನು ದ್ಯುತಿಕ್ವಾಂಟ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿಶಕಲ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕ್ವಾಂಟದ ಶಕ್ತಿ (E) ಅದರ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, $E \alpha \nu$ ಅಥವಾ $E = h\nu$, ಇಲ್ಲಿ h ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಶಕ್ತಿಕ್ವಾಂಟಗಳು '$h\nu$' ನ ಪೂರ್ಣ ಗುಣಕಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, $E = nh\nu, n = 1, 2, 3, 4, 5......$

1905ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದರು.

ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಂಡ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಗೆ ಯುಕ್ತ ವಿವರಣೆ ನೀಡಲು, 'ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಶಕ್ತಿಯು ಏಕರೂಪವಾಗಿ ಹಂಚಿಕೆಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಬದಲಿಗೆ ಶಕ್ತಿಕೇಂದ್ರಿತವಾದ ವಿವಿಕ್ತ ಪೊಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.' ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ಬೆಳಕಿನ ಈ ಶಕ್ತಿಕಣಗಳನ್ನು - **ಫೋಟಾನ್** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಾಗುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿ $E = h\nu$ ಅಥವಾ ಅದರ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗುಣಕಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿಗೂ ಬೆಳಕಿನ ಆವೃತ್ತಿಗೂ ಇರುವ ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ತರಂಗಚಿತ್ರದ ಮುಖ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಶಕಲಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ಪ್ಲಾಂಕನ ಶಕಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ಫೋಟಾನ್ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ಆರೋಪಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು **ಬೆಳಕಿನ ಶಕಲಸಿದ್ಧಾಂತ**ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳಕಿನ ಶಕಲಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್ 1913ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕಾಂಪ್ಟನ್ 1923ರಲ್ಲಿ ದೃಢೀಕರಿಸಿದರು. ಶಕಲಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್ ಬೆಳಕಿನ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ರೇಖಾರೋಹಿತಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದರು.

ಬೆಳಕಿನ ದ್ವೈತತತ್ವ

ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪ ನಿರ್ಣಯದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಬೆಳಕು ಕಣರೂಪದ್ದೆಂದೂ, ಮತ್ತೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ತರಂಗರೂಪದ್ದೆಂದೂ ಭಾವಿಸುವುದು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಯಿತು. ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ವಿವರಣೆಗೆ 'ದ್ಯುತಿಕಣ' ಅಥವಾ ಫೋಟಾನ್ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಅಗತ್ಯವಾಯಿತು. ಅದೇ ರೀತಿ ಮುಂದೆ ರಾಶಿಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಘನಕಣಗಳು ತರಂಗ ಸರಣಿಯಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದನ್ನು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಈ ರೀತಿಯ ತರಂಗ - ಕಣ ದ್ವೈತತ್ವವೇ ಅತ್ಯಂತ ಸಹಜವೇನೋ ! ಒಂದು ತರಹದ ಕಿರಣಗಳು, ಒಮ್ಮೆ ಕಣಗಳಂತೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ತರಂಗಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಬಲ್ಲವು. ಯಾವಾಗ ಕಣರೂಪದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಬೆಳಕಿಗಿರಬೇಕು ! ಇದನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ತತ್ವ ಇನ್ನೂ ರೂಪುಗೊಂಡಿಲ್ಲ.

ಗಮನಿಸಿ :

- ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಕಣ ಮತ್ತು ತರಂಗ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವುದಿಲ್ಲ.
- ತರಂಗ ಮತ್ತು ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಪೂರಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.
- ಬೆಳಕು ಮತ್ತಿತರ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವಿಕಿರಣಗಳು ಪ್ರಸರಣಗೊಂಡಾಗ ತರಂಗ ಚಲನೆಯಂತೆಯೂ, ಪದಾರ್ಥದೊಂದಿಗೆ ಅಂತರ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಕಣಗಳಂತೆಯೂ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ವಿದ್ಯಮಾನವೇ "ತರಂಗ-ಕಣ ದ್ವೈತತ್ವ".
- ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಫೋಟಾನ್ ಕಣಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ನ್ಯೂಟನ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
2. ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಯಾವ ಭೌತಗುಣವನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು ?
3. ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತ ಸೋತದ್ದು ಯಾವ ವಿವರಣೆಯಲ್ಲಿ ?
4. ಕಣಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಯಾಕೆ ವಿವರಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ?
5. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್‌ನ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಏನು ?
6. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ಯಾವ ರೀತಿಯದ್ದು ?
7. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಸುಮಾರು ನೂರು ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಸುದೀರ್ಘ ಕಾಲದವರೆಗೆ, ಯಾಕೆ ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ ?
8. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸುವಲ್ಲಿ ಥಾಮಸ್ ಯಂಗ್‌ನ ಹಿಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗದಿರಲು ಏನು ಕಾರಣ ?
9. ಯಂಗ್ ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದದ್ದು ಹೇಗೆ ?
10. ಬೆಳಕು ನೀಳ ತರಂಗಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಯ ಮೇರೆಗೆ

ಯಂಗ್ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅವನು ಅದು ಅಡ್ಡಲೆ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತೆಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮ ಏನಾಗುತ್ತಿತ್ತು ?

11. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆ ಎಂದರೇನು ?
12. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಊಹಿಸಿಕೊಂಡ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಾವುದು ?
13. ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಸರಿ ಎಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರೆ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಯಾವ ರೀತಿಯದ್ದಾಗಿರಲೇ ಬೇಕು ?
14. ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ಯಾರು ನೀಡಿದರು ?
15. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸಿದರೆ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನು ?
16. ಅಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಮಾಧ್ಯಮದ ಪಾತ್ರವೇನು ?
17. ವಿರಳಮಾಧ್ಯಮದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗವೇಗ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
18. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಸೋಲುಣಿಸಿದ ಭೌತಪರಿಣಾಮ ಯಾವುದು ?
19. ಪ್ಲಾಂಕ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ಊಹೆ ವಿವರಿಸಿ.
20. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹೆಸರಿಡಲು ಏನು ಕಾರಣ ?
21. ತರಂಗ - ಕಣ ದ್ವೈತತತ್ವವೆಂದರೇನು ?
22. ತರಂಗ ಮತ್ತು ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿರೋಧಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳೆ ?
23. ಬೆಳಕು ಕಣ ಮತ್ತು ಅಲೆ ಗುಣಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆಯೇ ?
24. ಈಥರ್ ಎಂಬ ಮಾಧ್ಯಮ, ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸರಣೆಗೆ ಅವಶ್ಯಕ ಎಂದು ಮೊದಲಿಗೆ ಊಹಿಸಿದವರು ಯಾರು ?
25. ಯಾವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ರೀತ್ಯಾ, ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ, ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ?

ವಿ.ಸೂ. : ನೀಲಿ ನಕ್ಷೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

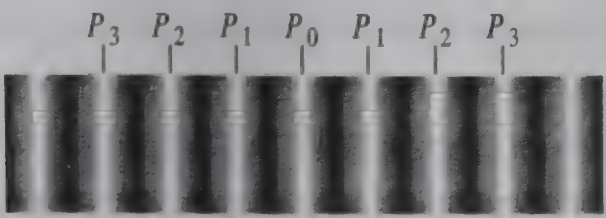
೫. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣ

ಪೀಠಿಕೆ

ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಂಡಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಾಗುವ ಮರುಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ವ್ಯತಿಕರಣ (*interference*) **ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಂಡಾಗ ಮಾಧ್ಯಮದ ಒಂದೇಭಾಗ ವಿಭಿನ್ನರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುವುದು. ಹೀಗಾಗಿ ಕೆಲವು ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಮಿಳನ ಅಥವಾ ರದ್ದುಗೊಳಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಳಕು ಅಥವಾ ಕತ್ತಲೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

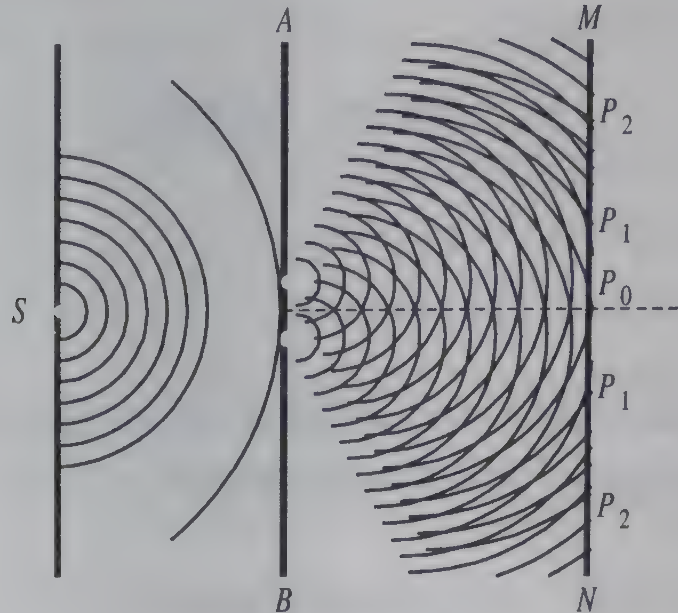
ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಂಡಾಗ ಮೂಡುವ ವ್ಯತಿಕರಣ ಪ್ರರೂಪದಲ್ಲಿ ಸರತಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಹರಡಿಕೊಂಡ ಸಮ ಅಗಲದ ಪ್ರಕಾಶ ಮತ್ತು ಅಪ್ರಕಾಶ (ಕಪ್ಪು) ಪಟ್ಟಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 5.1

ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಅಧ್ಯಾರೋಪಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಎರಡು ಆಕರಗಳು ಸಂಸಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕಾದ್ದು ತೀರ ಅಗತ್ಯ. ಒಂದೇ ಆವೃತ್ತಿ ಮತ್ತು ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಅಥವಾ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಎರಡು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳನ್ನು **ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳು** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕಿಂಡಿಯ (S) ಮೂಲಕ ಹೊರಟ ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿನ ಮುಂದೆ, ಸಮದೂರದಲ್ಲಿ, ಎರಡು ಏಕರೀತಿಯ ಕಿಂಡಿಗಳನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ಅವು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 5.2)

ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಿಂದ ಹೊಮ್ಮಿದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಂಡಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆಯ ತೀವ್ರತೆ ಪ್ರತಿ ಕಿಂಡಿಯ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯ ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 5.2

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣ

ಸಂಸಕ್ತ ಬೆಳಕಿನ ಎರಡು ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ತರಂಗದ ಉಬ್ಬು ಮತ್ತೊಂದು ತರಂಗದ ಉಬ್ಬಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ತಗ್ಗಿನ ಭಾಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಗೊಂಡಾಗ ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಿ ಪರಿಣಾಮಕ ತರಂಗದ ಪಾರವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅಧ್ಯಾರೋಪಗೊಳ್ಳುವ ಎರಡೂ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರಬೇಕು. ಅದರೆ ಎರಡೂ ತರಂಗಗಳು ಸಂಸಕ್ತ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದಿಂದ ಹೊರಟ ನಂತರ ಅಧ್ಯಾರೋಪಗೊಳ್ಳುವವರೆಗೆ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ತರಂಗದೂರದ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಕಗಳಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸ $(x) = n\lambda, n=0,1,2......$ $\lambda =$ ತರಂಗದೂರ.

ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣ

ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಎರಡು ತರಂಗಗಳ ನಡುವಿನ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅರ್ಧ ತರಂಗ ದೂರದ ವಿಷಮ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಕಗಳಾಗಿರಬೇಕು. $\left(\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}\right)$ ಅಂದರೆ,

ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ (ಅಂತರ), $x=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$, $n=0,1,2,3,.....$ ಈ ಸ್ಥಿತಿ ಪಾಲನೆಯಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಶೃಂಗಗಳು (ಉಬ್ಬು) ಮತ್ತು ಗರ್ತಗಳು (ತಗ್ಗು) ಒಂದನ್ನೊಂದು ತೊಡೆದು ಹಾಕಿ ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ವ್ಯತಿಕರಣ ನಿರ್ಬಂಧಗಳು

ಅಧ್ಯಾರೋಪಗೊಳ್ಳುವ, ಒಂದೇ ಆವೃತ್ತಿಯ ಎರಡು ತರಂಗಗಳು :

$y_1=a_1\sin\omega t$ ಮತ್ತು $y_2=a_2\sin(\omega t+\delta)$ ಆಗಿರಲಿ.

a_1 ಮತ್ತು a_2 ಗಳು ಅಲೆಗಳ ಪಾರಗಳು. y_1 ಮತ್ತು y_2 ಗಳು t ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳ ವಿಸ್ಥಾಪನೆಗಳು. ಎರಡೂ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರ δ ಮತ್ತು $\omega=2\pi f$ (ಅಲೆಗಳ ಕೋನೀಯ ಆವೃತ್ತಿ)

ಅಧ್ಯಾರೋಪ ತತ್ವಾನುಸಾರ, ಫಲಿತ ವಿಸ್ಥಾಪನೆ y ಅನ್ನು :

$y=a_1\sin\omega t+a_2\sin(\omega t+\delta)$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

$$= a_1\sin\omega t+a_2(\sin\omega t\cos\delta+\cos\omega t\sin\delta)$$

$$= (a_1+a_2\cos\delta)\sin\omega t+a_2\cos\omega t\sin\delta$$

ಈಗ, $(a_1+a_2\cos\delta)=R\cos\theta$ ಹಾಗೂ $a_2\sin\delta=R\sin\theta$ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ:

$y = R\cos\theta\sin\omega t+R\sin\theta\cos\omega t$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

$$= R\{\sin\omega t\cos\theta+\cos\omega t\sin\theta\}$$

$$y = R\sin(\omega t+\theta) \qquad \text{... (01)}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣ (01), R ಪಾರ ಮತ್ತು ω ಕೋನೀಯ ಆವೃತ್ತಿಯ ಒಂದು ಸರಳ ಸಂಗತ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ಊಹಿಸಿರುವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಚೌಕೀಕರಿಸಿ ಕೂಡಿದಾಗ :

$$R^2\cos^2\theta+R^2\sin^2\theta=(a_1+a_2\cos\delta)^2+(a_2\sin\delta)^2$$

ಅಥವಾ $R^2(\cos^2\theta+\sin^2\theta)=a_1^{\,2}+a_2^{\,2}\cos^2\delta+2a_1a_2\cos\delta+a_2^{\,2}\sin^2\delta$

ಹೀಗಾಗಿ, $R^2 = {a_1}^2 + {a_2}^2 + 2a_1 a_2 \cos\delta$

$$\left\{\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1 \quad {a_2}^2\left(\cos^2\delta + \sin^2\delta\right) = {a_2}^2\right\}$$

ಅಥವಾ $R = \sqrt{{a_1}^2 + {a_2}^2 + 2a_1 a_2 \cos\delta}$ ... (02)

ಅಲೆಯ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾ ಕೋನ θ :

$$\tan\theta = \frac{R\sin\theta}{R\cos\theta} = \frac{a_2 \sin\delta}{a_1 + a_2\cos\delta} \quad \text{... (03)}$$

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ ನಿರ್ಬಂಧಗಳು

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾದಾಗ ಅಲೆಯ ಪಾರ ಗರಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತದೆ ; ಜೊತೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯೂ ಅತ್ಯಧಿಕ. ಸಮೀಕರಣ (02) ರಿಂದ R ಗರಿಷ್ಠವಾಗಬೇಕಾದರೆ $\cos\delta = 1$ ಆಗಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಲು $\delta = 2n\pi$ ಆಗಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ n ಬೆಲೆ 1, 2, 3 ....

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು, ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರ δ ದ ಬೆಲೆ $0, 2\pi, 4\pi$ ಇತ್ಯಾದಿ. ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ (x) ಆದಲ್ಲಿ :

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda}(x) \quad \text{ಅಥವಾ} \quad x = \frac{\lambda}{2\pi}\delta = \frac{\lambda}{2\pi}(2n\pi) = n\lambda = 2n\frac{\lambda}{2}$$

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಅಲೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರ π ನ ಸರಿಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಥವಾ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ ತರಂಗದೂರದ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಕಗಳಾಗಿರಬೇಕು.

$\delta = 2n\pi$ ಅಥವಾ $x = n\lambda$ ಅಥವಾ $2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯ $(n = 0, 1, 2..........)$.

ಗಮನಿಸಿ **:** ಗರಿಷ್ಠ ಪಾರ : $(R_m) = \sqrt{{a_1}^2 + {a_2}^2 + 2a_1 a_2} = a_1 + a_2$

ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆ : $I_m \alpha \left(a_1 + a_2\right)^2$

ಒಂದುವೇಳೆ $a_1 = a_2 = a$ ಆಗಿದ್ದಾಗ, $R_m = 2a$ ಮತ್ತು $I_m = 4a^2$

ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣ

ಸಮೀಕರಣ (02) ರಿಂದ ಪಾರ ಕನಿಷ್ಠವಾಗಲು $\cos\delta=-1$ ಆಗಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಲು $\delta=(2n+1)\pi$ ಆಗಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ $n=0,1,2,3......$ ಅಂದರೆ $\delta=\pi, 3\pi, 5\pi$ ಇತ್ಯಾದಿ ಆದಾಗ ತೀವ್ರತೆ ಕನಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ x

$$x=\frac{\lambda}{2\pi}\delta=\frac{\lambda}{2\pi}(2n+1)\pi=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$$ ಆದಾಗ

ನಾಶಾತ್ಮಕ ರಚನೆಯಾಗಲು, $\delta=(2n+1)\pi$ ಮತ್ತು $x=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ಆಗಿರಬೇಕು.

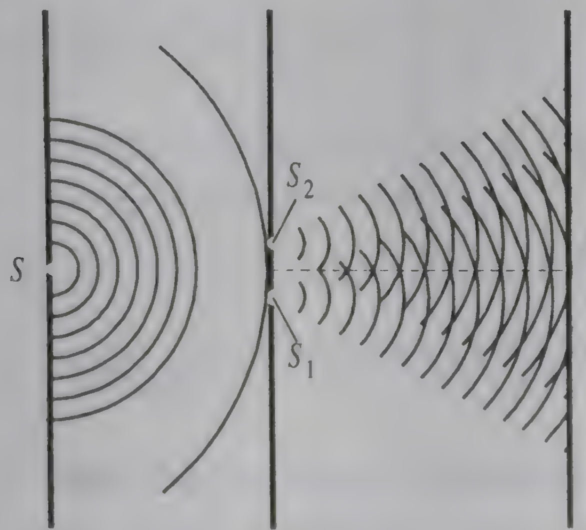
ಗಮನಿಸಿ **:** ಕನಿಷ್ಠ ಪಾರ, $R_{\min}=\sqrt{a_1^{\,2}+a_2^{\,2}-2a_1a_2}=(a_1-a_2)$

ಕನಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆ, $I_{\min}\,\alpha(a_1-a_2)^2$

ಒಂದು ವೇಳೆ $a_1=a_2=a$ ಆಗಿದ್ದಾಗ, $R_{\min}=0$ ಮತ್ತು $I_{\min}=0$

ಯಂಗ್ ದ್ವಿ ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗ

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಥಾಮಸ್ ಯಂಗ್ (1773 - 1829) ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ 1801ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಿದನು.



ಚಿತ್ರ 5.3

ಕಿರಿದಾದ ಸೀಳಗಂಡಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. (ಥಾಮಸ್ ಯಂಗ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದ)

ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕು ಕಿರಿದಾದ ಸೀಳುಗಂಡಿ (S) ಮೂಲಕ ಹಾದು, ನಂತರ S_1 ಮತ್ತು

S_2 ಎಂಬ ಏಕರೀತಿಯ, ಕಿರಿದಾದ ಮತ್ತು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಎರಡು ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. S ನಿಂದ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿರುವ S_1 ಮತ್ತು S_2 ಗಳು ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 5.3).

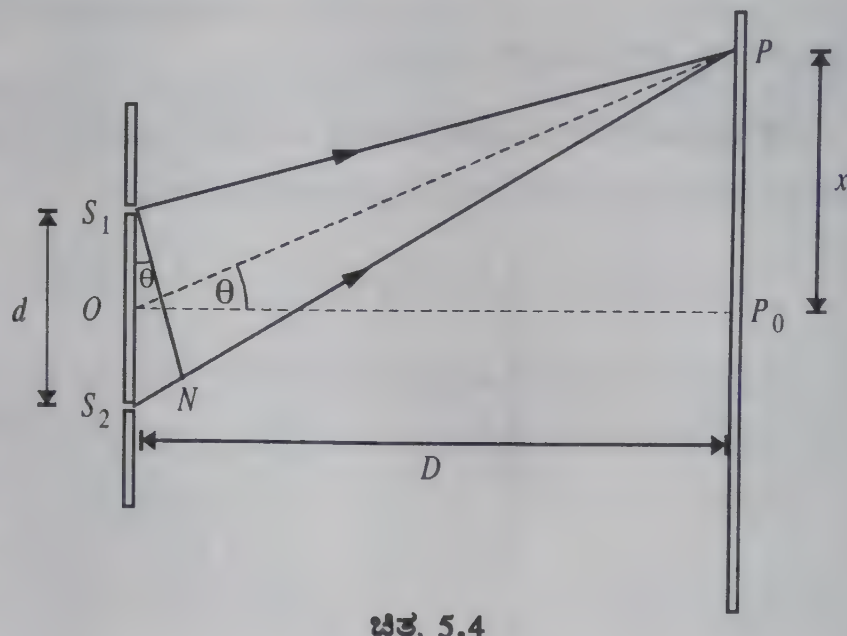
S_1 ಮತ್ತು S_2 ಗಳಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಪಥಾಂತರ $n\lambda$ ಇದ್ದಾಗ, ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಪಥಾಂತರ $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ಇದ್ದಾಗ ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಿ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆ ಮೂಡುತ್ತದೆ.

ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟೆಯ ಅಗಲ (*fringe width*)

ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡ ಕತ್ತಲೆ - ಬೆಳಕು ಪಟ್ಟೆಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ, ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಪಟ್ಟೆಗೆ ಅಂಚಲ (*fringe*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮ ಅಂಚಲಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟೆಯ ಅಗಲ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಾದ S_1 ಮತ್ತು S_2 ಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ d ಆಗಿರಲಿ ಮತ್ತು ಆಕರಗಳು ಮತ್ತು ತೆರೆಯ ನಡುವಿನ ದೂರ D ಆಗಿರಲಿ.



ಚಿತ್ರ 5.4

ಈಗ P_0 ಎಂಬ ಬಿಂದುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದು ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸದ ಮಧ್ಯಬಿಂದು. P_0 ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 'x' ದೂರದಲ್ಲಿ P ಎಂಬ ಬಿಂದುವನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ. P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಅಂಚಲ ಪ್ರಕಾಶದ್ದೇ ಅಥವಾ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯೇ ಎಂಬುದು ಅಲ್ಲಿ ಛೇದಿಸುವ ತರಂಗಗಳ ಪಥಾಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

S_1 ನಿಂದ S_2P ಗೆ ಲಂಬವನ್ನು ಎಳೆದಿದೆ. S_2N ತರಂಗಗಳ ಪಥಾಂತರವಾಗಿದೆ. ತ್ರಿಕೋನ S_1S_2N ನಿಂದ

$$\sin\theta = \frac{S_2 \text{N}}{d} \qquad \ldots (04)$$

ತ್ರಿಕೋನ OPP_0 ನಿಂದ $\tan\theta = \frac{PP_0}{OP_0} = \frac{x}{D}$ ... (05)

ಕಡಿಮೆ ಕೋನವಿದ್ದಾಗ $\tan\theta = \sin\theta$. ಆದುದರಿಂದ ಸಮೀಕರಣ (05) ನ್ನು $\sin\theta = \frac{x}{D}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು (θ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ $\tan\theta \simeq \theta$) ... (06)

ಸಮೀಕರಣ (04) ಮತ್ತು (06) ರಿಂದ $\frac{S_2\text{N}}{d} = \frac{x}{D}$

ಅಂದರೆ ಪಥಾಂತರ $S_2\text{N} = \frac{xd}{D}$ ಮತ್ತು $x = \frac{S_2 N \times D}{d}$

ಒಂದು ವೇಳೆ P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಛೇದಿಸುವ ಪಥಾಂತರ $n\lambda$ ಆಗಿದ್ದಾಗ

'n' ನೆಯ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯ ದೂರ $x_n = \frac{nD\lambda}{d} (\because S_2 N = n\lambda)$ ... (07)

'$n+1$' ನೇ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯ ದೂರ $x_{n+1} = \frac{(n+1)D\lambda}{d}$ ... (08)

ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯ ನಡುವಿನ ಅಂತರ (ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ)

$$\beta = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda D}{d} \qquad \ldots (09)$$

ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ; ಒಂದು ವೇಳೆ P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಛೇದಿಸುವ ಪಥಾಂತರ

$\frac{(2n+1)\lambda}{2}$ ಆಗಿದ್ದರೆ,

'n' ನೆಯ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯ ದೂರ $x_n = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{D}{d}$ ... (10)

'$n+1$' ನೇ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯ ದೂರ $x_{n+1} = (2n+3)\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{D}{d}$ ... (11)

ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯ ನಡುವಿನ ಅಂತರ (ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ)

$$\beta = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda D}{d}$$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ... (12)

ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದೇನೆಂದರೆ, ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮ ಪ್ರಕಾಶ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪು ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದು, $\beta = \frac{\lambda D}{d}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ :

1. $\beta \alpha D$ ಮತ್ತು $\beta \alpha \frac{1}{d}$

2. $\beta \alpha \lambda$ ಹೀಗಾಗಿ ನೀಲಿಬೆಳಕಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ

   ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

3. ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ಬಿಳಿಯದ್ದಾಗಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ನೇರಿಳೆಯಿಂದ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದವರೆಗೆ ಹರಡಿರುತ್ತದೆ.

4. ಒಂದು ವೇಳೆ ಇಡೀ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಘಟಕವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ ಫ್ರಿಂಜ್ ಪಟ್ಟಿಯ ಅಗಲ (β) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾಕೆಂದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ λ ಬೆಲೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

5. ಎರಡು ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಅಪಾರಕ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಇಡೀ ಫ್ರಿಂಜ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

6. ಒಂದು ತೆಳು ಗಾಜನ್ನು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮುಂದೆ ಹಿಡಿದರೆ, β ದ ಬೆಲೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲಿಗೆ, ಇಡೀ ಫ್ರಿಂಜ್ ಪಟ್ಟಿ, ಯಾವ ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದೆಯೋ ಆ ದಿಶೆಯತ್ತ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟಗೊಳುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ

   $$\delta x = \frac{\beta}{\lambda}(n-1)t.$$

   ಇಲ್ಲಿ t ಗಾಜಿನ ದಪ್ಪವನ್ನೂ, n ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯ ನಿಬಂಧನೆಗಳು

1. ಎರಡು ಆಕರಗಳು ಸಂಸಕ್ತಗಳಾಗಿರಬೇಕು.
2. ಎರಡು ಆಕರಗಳು ನಡುವಿನ ಅಂತರ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.
3. ಆಕರಗಳು ಮತ್ತು ತೆರೆಯ ನಡುವಿನ ದೂರ ಪ್ರಾಯೋಗ ಮಿತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಆದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು.

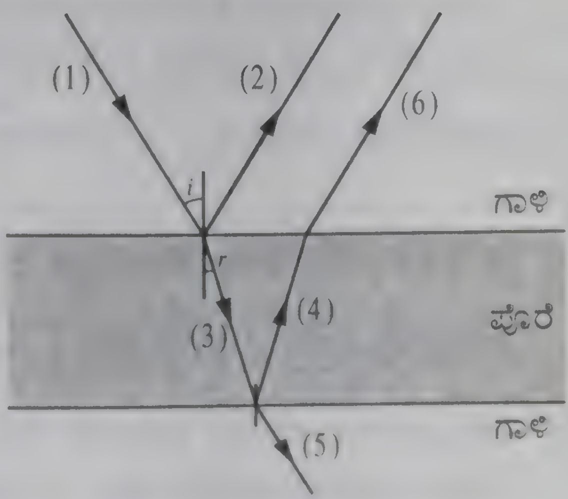
4. ಏಕವರ್ಣದ ಬೆಳಕಾಗಿದ್ದು ತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಅಭ್ಯಾಸ ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಯಂಗ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳನ್ನು ಈಗ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುವುದಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ತಯಾರಿಸಿದ ವಿಶೇಷ ಕನ್ನಡಿ - ಲಾಯ್ಡ್ ಕನ್ನಡಿ ಒಂದು ಉಪಕರಣ. ಮತ್ತೊಂದು ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನಾಧರಿಸಿದ್ದು, ಫ್ರೆನೆಲ್ ಬೈಪ್ರಿಸಮ್. ಎರಡೂ ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ತೆಳುಪೊರೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಬಣ್ಣಗಳು, ಡಾಂಬರು ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಎಣ್ಣೆ ಚೆಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಮಳೆ ಹನಿ ಬಿದ್ದನಂತರ ಬಿಸಿಲು ಬಿದ್ದಾಗ ಕಾಣುವ ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣದ ಉಂಗುರಗಳೇ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ವ್ಯತಿಕರಣ ಸೂತ್ರದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ತೆಳು ಪದರಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ವ್ಯತಿಕರಣ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ತೆಳು ಪದರದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ತಿಳಿಯೋಣ.

ತೆಳು ಪೊರೆ (ಪಟಲ)ಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿಕರಣ

ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ಡಾಂಬರು ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಎಣ್ಣೆ ಚೆಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಮಳೆಹನಿ ಬಿದ್ದನಂತರ ಬಿಸಿಲು ಬಿದ್ದಾಗ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣದ ಉಂಗುರಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ತೆಳುಪೊರೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಮೂಡುವ ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣವೇ ಕಾರಣ. ತೆಳು ಪದರದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ಹೀಗಿದೆ :

ಕಿರಣ (1) ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಪೊರೆಯ ಸೀಮಾಂತರದ ಮೇಲೆ ಸರಿಸುಮಾರು ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು, ಪೊರೆಯೊಳಗೆ, ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕಿರಣಗಳಾದ (2) ಮತ್ತು (6) ಅಧ್ಯಾರೋಪಣಗೊಂಡು ವ್ಯತಿಕರಣ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವೊಂದು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಅದಕ್ಕೂ ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸೀಮಾತಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡಿರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಹೀಗಾದಾಗ ಅಲೆಯ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ π ರೇಡಿಯನ್ ಅಷ್ಟು ವಿಪರ್ಯಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 5.5

ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಂಡಾಗ :

ಪೊರೆಯ ದಪ್ಪ t ದಷ್ಟಿದ್ದು, ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ n ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳಾದ (2) ಮತ್ತು (6) ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಳ್ಳಲು, ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ,

$$x = 2nt\cos r - \frac{\lambda}{2}$$

r ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಹಾಗೂ ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು :

$$2nt\cos r - \frac{\lambda}{2} = 2m\frac{\lambda}{2} \qquad \{m = 0, 1, 2, ...\}$$

ಅಥವಾ $2nt\cos r = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$

ನಾಶತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ :

$$2nt\cos r - \frac{\lambda}{2} = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \qquad \{m = 0, 1, 2, ...\}$$

ಅಥವಾ $2nt\cos r = (m+1)\lambda$

ಗಮನಿಸಿ :

1) ಇದೇ ರೀತಿ ತೆಳುಪೊರೆಯಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಬರುವ ಕಿರಣಗಳೂ ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಾಗುವ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳಿಗಾದಂತೆ, ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ,

   ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ : $2nt\cos r = m\lambda$

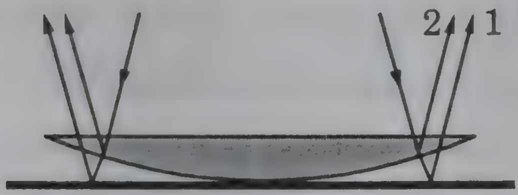
   ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ : $2nt\cos r = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$

   ಮೇಲಿನವುಗಳಲ್ಲಿ $m = 0, 1, 2, 3.....$ ಇತ್ಯಾದಿ.

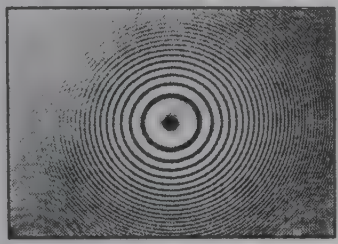
2) ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಬಿಳಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ, ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದಾಗಿ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಬಣ್ಣಗಳ ತೀವ್ರತೆ, ಪೊರೆಯ ದಪ್ಪವನ್ನು ಹಾಗೂ ಆಪಾತ ಕೋನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರಗಳು

ಪೀನ ಮಸೂರವನ್ನು ಗಾಜಿನ ಮಟ್ಟಸ ಫಲಕದ ಮೇಲಿರಿಸಿದಾಗ ಸ್ಪರ್ಶ ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ಏಕಕೇಂದ್ರೀಯ ವ್ಯತಿಕರಣ ಅಂಚುಗಳಿಗೆ ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.



(a)



(b)

ಚಿತ್ರ 5.6

ಇದು ಕೂಡ ತೆಳು ಪೊರೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಪರಿಣಾಮ. ಮಸೂರ ಮತ್ತು ಮಟ್ಟಸ ಗಾಜಿನ ನಡುವೆ ಗಾಳಿಯ ತೆಳು ಫಿಲ್ಮ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಪೀನ ಮಸೂರ ಗಾಜನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವೆಡೆ $t=0$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸ (x), $\frac{\lambda}{2}$ ಗೆ ಸಮವಾಗಿದ್ದು, ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ. (ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳು ಅಧ್ಯಾರೋಪಗೊಂಡಾಗ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರವಾಗುವುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಬಹುದು.) ಹೀಗಾಗಿ ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರಗಳ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪು ಉಂಗುರವಿರುತ್ತದೆ.

m ಸಂಖ್ಯೆಯ ಕಪ್ಪು ಉಂಗುರದ ತ್ರಿಜ್ಯ $r_m=\sqrt{m\lambda R}$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.ಇಲ್ಲಿ R ಮಸೂರದ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಹಾಗೆಯೇ, ಪ್ರಕಾಶ ಉಂಗುರದ ತ್ರಿಜ್ಯ : $r_m=\sqrt{\frac{(2m-1)\lambda R}{2}}$

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ಚಲನೆಗೆ ಪುಷ್ಟಿ ನೀಡುವ ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದು, ಬೆಳಕಿನ ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ನೀಡಿದ ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ಎಂಬುದು ಚಾರಿತ್ರಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಘಟನೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗ ಪ್ರಕಟಗೊಂಡ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ, 1678ರಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ಬೆಳಕು ತರಂಗರೂಪದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಂಬ ವಾದ ಮಂಡಿಸಿದ. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್‌ಗೆ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಡ್ಡ ತರಂಗಳೆಂದಾಗಲಿ, ಅವುಗಳ ಅಲೆಯುದ್ದವಾಗಲೀ, ಅಷ್ಟೆ ಏಕೆ, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವಾಗಲಿ ತಿಳಿದಿರಲೇ ಇಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಅವನಿಗೆ ಅಪಾರ ಕೀರ್ತಿ ತಂದುಕೊಟ್ಟಿತು.

ಉದಾಹರಣೆ

1. **ಎರಡು ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವ ಕಿರುಗಂಡಿಗಳ ಮೇಲೆ 500nm ತರಂಗಾಂತರದ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಿದೆ. ಕಿರುಗಂಡಿಗಳ ಮುಂದಿರುವ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ *P* ಎಂಬ ಬಿಂದುವು ಅವುಗಳಿಂದ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1.2m ಮತ್ತು 1.20001m ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. *P* ಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣ ಫ್ರಿಂಜ್ ತೆರೆಯಮೇಲಿನ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಮಾದರಿಯ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಎಷ್ಟನೇ ಫ್ರಿಂಜ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.**

ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ = $n\lambda$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ದತ್ತದ ಪ್ರಕಾರ, ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ $x = 1.20001 - 1.2 = n\lambda$

$$\therefore \quad n = \frac{0.00001}{5\times10^{-7}} = \frac{10^{-5}\times10^{7}}{5} = 20$$

ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 20ನೇ ತರಂಗವಾಗಿದ್ದು ಆದರ ದೂರ 20 ತರಂಗದೂರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

2. **ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಹೀಗಿವೆ.** $d = 1.25\times10^{-3}\,\text{m}$ **ಮತ್ತು** $D = 0.95\text{m}$ **ಫ್ರಿಂಜ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 5ನೇ ಕಪ್ಪು ಫ್ರಿಂಜ್‌ನ ದೂರ** $1.85\times10^{-3}\,\text{m}$ **ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವೆಷ್ಟು ? ಹಾಗೆಯೇ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 5ನೇ ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಫ್ರಿಂಜ್‌ನ ದೂರವೆಷ್ಟು ?**

ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 5ನೇ ಕಪ್ಪು ಫ್ರಿಂಜ್ ದೂರ :

$$x = \frac{(2n+1)\lambda D}{2\text{d}}$$

ದತ್ತದಿಂದ : $n = (5-1) = 4 \quad \text{D} = 0.95\,\text{m} \quad d = 1.25\times10^{-3}\,\text{m}$

$$x = 1.85\times10^{-3}\,\text{m}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{2\text{dx}}{(2n+1)\text{D}} = \frac{2\times1.25\times10^{-3}\times1.85\times10^{-3}}{9\times0.95} = \mathbf{540nm}$$

ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 5ನೇ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್ ದೂರ :

$$x = \frac{n\lambda D}{d} = \frac{5\times540\times10^{-9}\times0.95}{1.25\times10^{-3}} = \mathbf{0.002cm}$$

03. ಯಂಗ್ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳು 1mm ಅಂತರದಲ್ಲಿದ್ದು ತೆರೆಯಿಂದ 1m ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಿಂದ 10ನೇ ಹೊಳಪಾದ ಫ್ರಿಂಜ್ 5.98mm ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರ (ಅಲೆಯುದ್ದ) ಎಷ್ಟು?

ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ, $\beta = \frac{n\lambda D}{d}$

ದತ್ತ $\beta = \frac{5.89}{10} = 0.589\text{mm} = 589 \times 10^{-6}\text{m}$

$d = 1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$ $\quad D = 1\text{m}$ $\quad \lambda = ?$

$$\lambda = \frac{\beta d}{D} = \frac{589 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}{1} = 589\text{nm}$$

ತರಂಗ ದೂರ = 589nm

04. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ 546nm ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಫ್ರಿಜ್ ಅಗಲ 0.48mm. ಒಂದು ವೇಳೆ 589.3nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ, $\beta_1 = \frac{\lambda_1 D}{d}$ ಹಾಗೆಯೇ

$$\beta_2 = \frac{\lambda_2 D}{d}$$

$\therefore \quad \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ ಅಥವಾ $\beta_2 = \frac{\beta_1 \lambda_2}{\lambda_1}$

$$\beta_2 = \frac{0.48 \times 10^{-3} \times 589.3 \times 10^{-9}}{546 \times 10^{-9}} = 0.518\text{mm}$$

ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ = 0.518mm

05. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿ ಮತ್ತು ತೆರೆಗೂ ಮಧ್ಯದ ಅಂತರ 1.2m ಇದ್ದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ 0.5mm ಇರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ತೆರೆಯನ್ನು 0.2m ನಷ್ಟು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸರಿಸಿದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್‌ನ ಅಗಲ ಎಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ ?

ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ಕಡೆಗೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಸಿದಾಗಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅಗಲ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ $\beta \propto D \quad \therefore \quad \beta_1 \propto D_1$ ಮತ್ತು $\beta_2 \propto D_2$

ಇದರಿಂದಾಗಿ, $\frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{D_2}{D_1}$

1. $\beta_1 = 0.5\text{mm} = 0.5\times10^{-3}\,\text{m}$, $D_1 = 1.2\text{m}, D_2 = 1.2 - 0.2 = 1.0\text{m}$

$\beta_2 = ?$

$$\beta_2 = \frac{\beta_1 D_2}{D_1} = \frac{0.5\times10^{-3}\times1}{1.2} = \mathbf{0.417mm}$$

2. $\beta_2 = \frac{\beta_1 D_2}{D_1} = \frac{0.5\times10^{-3}\times1.4}{1.2} = \mathbf{0.583mm}$

06. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ 195.5λ ಹೀಗಿದ್ದಾಗ ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬಗೆಯು ವ್ಯತಿಕರಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ? ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ $1.173\times10^{-4}\,\text{m}$ **ಆದಾಗ ತರಂಗದೂರವೆಷ್ಟು?**

1. ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸ = 195.5λ , ಇದನ್ನು $x = 2\times195.5\times\frac{\lambda}{2}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಹೀಗಾದಾಗ $x = 391\times\frac{\lambda}{2}$ ಅಂದರೆ, ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸವು $\frac{\lambda}{2}$ ನ ವಿಷಮ ಗುಣಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಹೀಗಾದಾಗ, ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

2. ದತ್ತದಿಂದ, $195.5\lambda = 1.173\times10^{-4}$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{1.173\times10^{-4}}{195.5} = \mathbf{600mm}$$

07. ತೀವ್ರತೆ 100:64 ಅನುಪಾತವಿರುವ ಎರಡು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಗಳ ಅನುಪಾತವೆಷ್ಟು ?

ಎರಡು ಆಕರಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ಪಾರ a_1 ಮತ್ತು a_2 ಆಗಿರಲಿ. ತೀವ್ರತೆಯು ಪಾರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆಂಬುದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ,

$I_1 \propto a_1^2$ ಮತ್ತು $I_2 \propto a_2^2$

$\therefore \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$ ದತ್ತ $I_1 = 100, I_2 = 64$

$\therefore \quad \frac{a_1^2}{a_2^2} = \frac{100}{64}$ ಅಥವಾ $\frac{a_1}{a_2} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$

ಗರಿಷ್ಠ ಪಾರ $= a_1 + a_2 = \frac{5}{4} a_2 + a_2 = \frac{9}{4} a_2$

ಕನಿಷ್ಠ ಪಾರ $= a_1 - a_2 = \frac{5}{4} a_2 - a_2 = \frac{1}{4} a_2$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\frac{9}{4} a_2\right)^2}{\left(\frac{1}{4} a_2\right)^2} = 81$$

$\therefore \quad I_{max} : I_{min} :: 81 : 1$

08. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಫಿಲ್ಮ್‌ದಪ್ಪ 3200Å. ನೀರಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.33. ಇದು ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಪ್ರಕಾಶಗೊಂಡಾಗ ಅದು ಯಾವ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ ?
(ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಬೆಳಕನ್ನು ಗಮನಿಸಿ)

ಗರಿಷ್ಠ ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಳ್ಳಲು, $2nt = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

ಕನಿಷ್ಠ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ, $2nt = m\lambda$

ಇವುಗಳಿಂದಾಗಿ, $\lambda = \frac{2nt}{\left(m + \frac{1}{2}\right)} = \frac{(2)(1.33)(32000)}{m + \frac{1}{2}} = \frac{8500\,\mathring{A}}{m + \frac{1}{2}}$

ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, $\lambda=\frac{2nt}{m}$

ಗರಿಷ್ಠ ಹಾಗೂ ಕನಿಷ್ಠ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಅಲೆಯುದ್ದವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

m	O	1	1	2	2
$\lambda\left(\overset{\circ}{A}\right)$	(ಗರಿಷ್ಠ) 17000	ಕನಿಷ್ಠ 8500	(ಗ) 5700	(ಕ) 4250	(ಗ) 3400

ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಗೆ $m=1$ ಮಾತ್ರ ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ತರಂಗದೂರ 5700 Å ಹಳದಿ - ಹಸುರು ಬಣ್ಣ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

09. ಒಂದು ತೆಳು ಮೈಕಾ $(n=1.58)$ ಚೂರನ್ನು ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಒಂದನ್ನು ಮುಚ್ಚಲು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಎರಡೂ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಬರುತ್ತಿದ್ದಾಗ, ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದಾಗಿ ಮೂಡಿದ್ದ 7ನೇ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್, ಒಂದನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಕೇಂದ್ರ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ.

$\lambda=550$nm **ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಮೈಕಾದ ದಪ್ಪವೆಷ್ಟು ?**

ಮೈಕಾವನ್ನು ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮುಂದೆ ಹಿಡಿದಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತ ಸಮೀಕರಣ :

$$(n-1)t=m\lambda$$

ಅಥವಾ $t=\frac{m\lambda}{n-1}$

ದತ್ತ : $\lambda=550\times10^{-9}$ m

$m=7$, $n=1.58$

$$\therefore \quad t=\frac{7\times550\times10^{-9}}{1.58-1} = \mathbf{6.6\times10^{-6}m}$$

10. ಸೋಡಿಯಮ್ ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕು $(\lambda=589\text{nm})$ ಬಳಸಿ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಫ್ರಿಂಜ್ ಪಟ್ಟೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಪರಸ್ಪರ 0.20° ಅಂತರದ ಪಟ್ಟೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಇಡೀ ಉಪಕರಣವನ್ನು 1.33

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಎಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ ?

ನೀರಿನಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ನಡುವಿನ ಕೋನಾಂತರವನ್ನು $\Delta\theta^1$ ಎಂದುಕೊಂಡರೆ,

$$\Delta\theta^1 = \frac{\Delta\theta}{n} = \frac{0.20^\circ}{1.33} = \mathbf{0.15^\circ}$$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣ ಎಂದರೇನು ?
2. ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟೆಗಳು ಹೇಗಿರುತ್ತವೆ ?
3. ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಬೇಕಾದರೆ ತರಂಗದೂರ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
4. ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಬೇಕಾದರೆ ತರಂಗದೂರ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
5. ರಚನಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಅಲೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
6. ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗಲು ಅಲೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
7. ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟೆಯ ಅಗಲವೆಂದರೇನು ?
8. ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣಗಳಲು ಕಾಣಲು ಕಾರಣವೇನು ?
9. ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಂಡಿಯನ್ನು ಸೆಲ್ಲೋಫೇನ್ ಕಾಗದದಿಂದ ಮುಚ್ಚಿದರೆ 'ಫ್ರಿಂಜ್' ವಿನ್ಯಾಸ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
10. ಸಂಸಕ್ತ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಯಾವ ನಿಯ ಪಾಲನೆಯಾಗಿರಬೇಕು.
11. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ಕೊಟ್ಟ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಯಾರು ?
12. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಮ್ ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಕಂಪು ದೀಪವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ (ಎರಡರ ತೀವ್ರತೆಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಾಗ ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
13. ನೀಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲವನ್ನು ಹಳದಿ ಬೆಳಕಿನ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ.
14. ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರಗಳು ಎಂದರೇನು ?
15. ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

16. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿದ ಉಪಕರಣವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?

17. ಎರಡು ಅಲೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರ 45° ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಷ್ಟು ?

18. ಯಂಗ್‌ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಿಂಡಿಗಳ ಗಲ 1:2 ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ. ಫ್ರಿಂಜ್ ತೀವ್ರತೆಯ ಕನಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಗರಿಷ್ಠ ಅನುಪಾತ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

19. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಾಗುವ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲಕ್ಕೂ, ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆ ? ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

20. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದಾಗಿ ಅದರ ಸ್ವಭಾವ ಹೇಗಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು?

21. ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳೊಡನೆ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ವ್ಯತಿಕರಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆಯೇ ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳು ಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ತೆಳುಪೊರೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
3. ನ್ಯೂಟನ್ ಉಂಗುರದ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
4. ಸಂಸಕ್ತ ಬೆಳಕೆಂದರೇನು ? ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನ ಯಾವುದು ?
5. ನಿಶ್ಚಲ ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಡೆಯಲು ಎರಡು ನಿಬಂಧನೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಯಂಗ್ ದ್ವಿ ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಪಥಾಂತರಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.
2. ಪಥಾಂತರದಿಂದ ರಚನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ನಾಶಾತ್ಮಕ ವ್ಯತಿಕರಣಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿಬಂಧನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
3. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶ ಹಾಗೂ ಕಪ್ಪು ಪಟ್ಟೆಗಳ ಅಗಲದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನು ಶ್ರುತಪಡಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಯಂಗ್ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿನ ದತ್ತಕಗಳು ಹೀಗಿವೆ : $d = 0.3$ mm, $\beta = 1.5$ mm ಮತ್ತು $D = 75$ cm. ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ

ಎಷ್ಟು ? ಒಂದು ವೇಳೆ D ದ್ವಿಗುಣಗೊಂಡರೆ, β ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ? ಒಂದು ವೇಳೆ d ದ್ವಿಗುಣಗೊಂಡಾಗ β ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

(600 nm, 3.0 mm, 0.75 mm)

2. 600 nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕು 0.3 mm ಅಗಲದ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಬೆಳಗಿ 75 cm ದೂರದ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿಕರಣ ಪಟ್ಟೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅ) ಮಧ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗೂ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗೂ ನಡುವಿನ ಅಂತರವೆಷ್ಟು ? ಆ) ಮಧ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗೂ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಕಪ್ಪು ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗೂ ನಡುವಿನ ಅಂತರವೆಷ್ಟು ?

(3 mm, 2.25 mm)

3. ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ 0.5 mm ಅಂತರದ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳನ್ನು ಪರದೆಯಿಂದ 100 cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ 9ನೇ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯು, ಕೇಂದ್ರದ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆಯಿಂದ ಎರಡನೆ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯಿಂದ 8.835 mm ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವೆಷ್ಟು ?

(589 nm)

4. ಯಂಗ್ ದ್ವಿ-ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು, 3.6×10^{-3} cm. ದಪ್ಪದ ಗಾಜಿನಿಂದ ಮಧ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆಯು ಈ ಹಿಂದೆ 30ನೆಯ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆ ಇದ್ದಕಡೆಗೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. $\lambda = 600$ nm ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಕಾಗದದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

(ಸಲಹೆ : $y_0 = 30\dfrac{\lambda D}{d}$ ಮತ್ತು $y_0 = \dfrac{D}{d}(n-1)t$) ($n = 1.5$)

5. ಎರಡು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳ ತೀವ್ರತೆಯ ಅನುಪಾತ 25:4 ಇವುಗಳಿಂದಾದ ವ್ಯತಿಕರಣ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ಹಾಗೂ ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಗಳ ಅನುಪಾತವೆಷ್ಟು ?

6. ಯಂಗ್ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ 0.3 mm ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ 620 nm. ವ್ಯತಿಕರಣ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲ 1.3 mm ಹೀಗಿರುವಾಗ ಸ್ಕ್ರೀನ್ ಇರುವ ದೂರ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

7. ಯಂಗ್ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ 0.6 mm ಮತ್ತು ಪರದೆಯ ದೂರ 90ಸೆಂಮೀ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳನ್ನು ಮೊದಲು 480 nm ಮತ್ತು ನಂತರ 580 nm ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ

ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಎರಡೂ ವಿನ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆದ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಕಪ್ಪು ಪಟ್ಟಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವೆಷ್ಟು ?

(0.525 mm)

8. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮಾಹಿತಿಗಳು ಹೀಗಿವೆ. $d = 0.4$ mm, $\beta = 1.5$ mm, $D = 1.2$ m ಹೀಗಿದ್ದಾಗ ಬಳಸಿದ ಅಲೆಯುದ್ದ ಎಷ್ಟು ? ಉಪಕರಣವನ್ನು ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ನೀರಿನಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲದಲ್ಲಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ ?

(500 nm, 0.375 mm)

9. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳನ್ನು ಹಸುರು ಸೋಸುಕದಿಂದ ಮುಚ್ಚಿ ಮರ್ಕ್ಯುರಿದೀಪದಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದೆ. ಒಂದು ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿನ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿದ ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲ 4.2 mm ಕಿಂಡಿಗಳ ಅಂತರವೆಷ್ಟು ? ಹಳದಿ ಸೋಸುಕ ಬಳಸಿದಾಗ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ? $\lambda_{\text{ಹಸುರು}} = 540\text{nm}$, $\lambda_{\text{ಹಳದಿ}} = 572\text{nm}$

(1.286 mm, 0.4448 mm)

10. ಯಂಗ್ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ 10 ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲ 5.5 mm ಪರದೆಯ ದೂರ 2.0 m ಕಿಂಡಿಗಳ ಅಂತರ 2.0 mm ಆಗಿದ್ದಾಗ ಬಳಸಿದ ಅಲೆಯುದ್ದ ಎಷ್ಟು ?

(550 nm)

೬. ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆ

ಪೀಠಿಕೆ

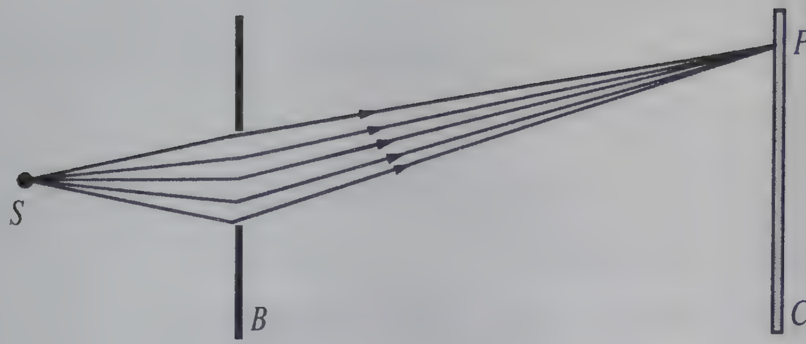
ಚೂಪಾದ ತಡೆ ಅಥವಾ ಕಿರಿದಾದ ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ತಿರುವುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಬಾಗಿ ರೇಖೀಯ ನೆರಳನ್ನು ಅತಿಕ್ರಮಿಸುವ ಗುಣವನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆ (*diffraction*) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ತರಂಗಗಳು ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಅವುಗಳ ಪಥದಲ್ಲಿ ಎದುರಾಗುವ ಯಾವುದೇ ಅಡಚಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಮುಂದೆ ಅವುಗಳ ಪಾರ ಅಥವಾ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳುಂಟಾಗಿ ತರಂಗ ತೀವ್ರತೆ ಮರುವಿತರಣೆಗೊಳ್ಳುವ ವಿದ್ಯಮಾನವೇ ವಿವರ್ತನೆ. ಅಡಚಣೆ ಒಡ್ಡುವ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದಾಗ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಸುಲಭ.

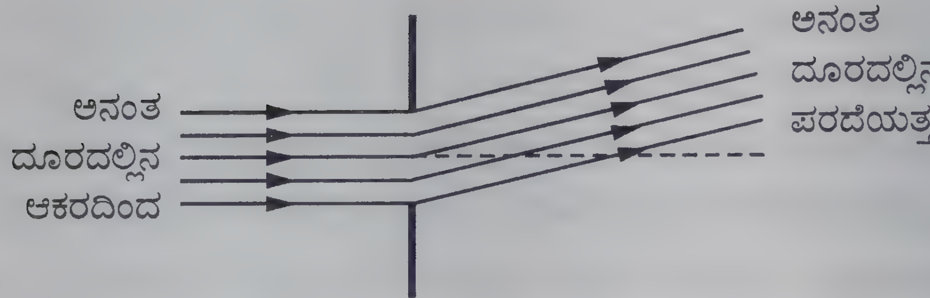
ಎರಡು ರೀತಿಯ ವಿವರ್ತನೆಗಳಿವೆ, **ಫ್ರೆನೆಲ್ ವಿವರ್ತನೆ** ಮತ್ತು **ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆ.**

ವಿವರ್ತನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನ (ಚೂಪಾದ ಅಥವಾ ಸೀಳುಗಂಡಿ) ಮೇಲೆ ಪತನವಾಗುವ ತರಂಗಮುಖಗಳು ಗೋಳಾಕಾರದ್ದು ಅಥವಾ ಸಿಲಿಂಡರಾಕಾರದ್ದು ಆಗಿದ್ದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವರ್ತನೆಗೆ ಫ್ರೆನೆಲ್ ವಿವರ್ತನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಯ ಪ್ರರೂಪ ಮೂಡುವ ತೆರೆಗಳು ವಿವರ್ತಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

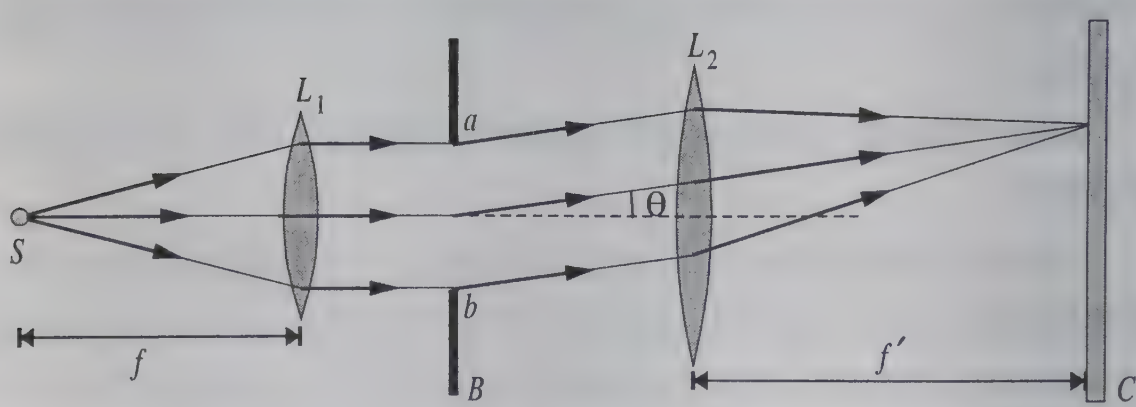
ಪತನ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮನ ತರಂಗಮುಖಗಳೆರಡೂ ಸಮತಲದ್ದಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವರ್ತನೆಗೆ ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಯ ಪ್ರರೂಪ ಮೂಡುವ ತೆರೆಗಳೆರಡೂ ವಿವರ್ತಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಅನಂತ ಅಥವಾ ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಪತನ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದು ತರಂಗಮುಖಗಳು ಸಮತಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ.



(a) ಫ್ರೆನೆಲ್ ವಿವರ್ತನೆ



(b) ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆ



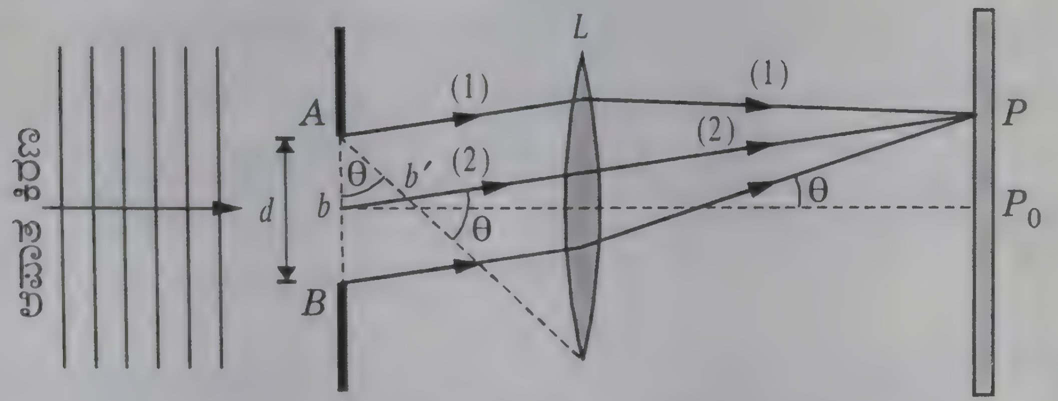
ಚಿತ್ರ 6.1 (c) ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆಯ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಭ್ಯಾಸ

ಏಕ ಸೀಳುಗಂಡಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರ್ತನೆ - ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೀತಿ

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಚಿತ್ರ 6.1 (c) ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಮಾಂತರ ಪತನ ಕಿರಣಾವಳಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ S ಮುಂದೆ ಪೀನಮಸೂರ L_1 ಇರಿಸಿದೆ. S, ಮಸೂರದ ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದೆ.

ಮಸೂರದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿದ ಕಿರಣಾವಳಿಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. S ದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು AB ಸೀಳುಗಂಡಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು, ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ.

AB ಯ ಅಗಲ d ಆಗಿರಲಿ.



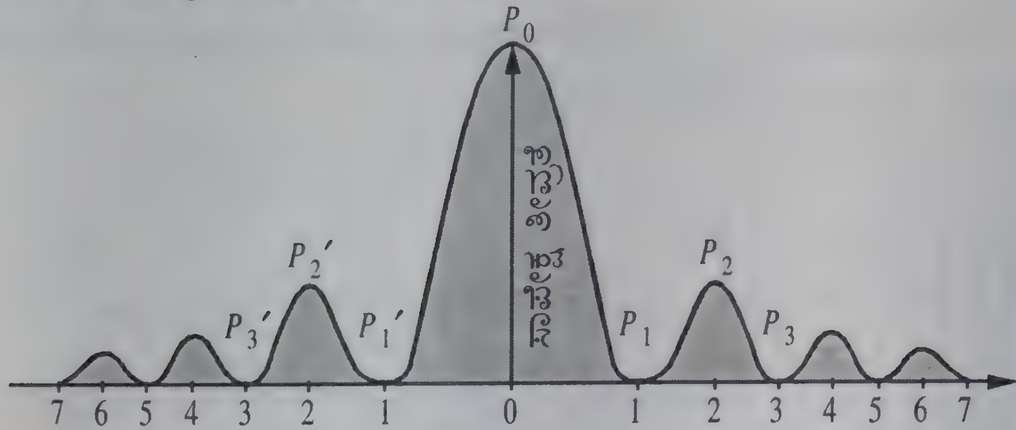
ಚಿತ್ರ 6.2

ಚಿತ್ರ-6.2ರಲ್ಲಿ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು d ಅಗಲದ ಏಕಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮೇಲೆ ಆಪಾತವಾಗಿ, ವಿವರ್ತನೆಗೊಂಡ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಪೀನ ಮಸೂರ L ನ ಸಹಾಯದಿಂದ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ವಿವರ್ತನಾ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಮೂಡಿಸಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು. ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ P_0 ನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುವ ವಿವರ್ತನಾ ಕಿರಣಗಳು, ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಯಾವುದೇ ಭಾಗದಿಂದ ಅವು ವಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಿದ್ದರೂ, ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ ಮಾತ್ರ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿತ್ತೋ ಅದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಅವು P_0 ಅನ್ನು ಸೇರಿದಾಗಲೂ ಇರುವುದರಿಂದಾಗಿ, P_0 ವಿವರ್ತನಾ ಫ್ರಿಂಜ್ ಪಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿದ್ದು ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಆದರೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ P_1 ಅನ್ನು ಸಂಧಿಸುವ (1) ಮತ್ತು (2) ಕಿರಣಗಳು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಪಥದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಪಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸ (ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ bb^1) ಅರ್ಧ ಅಲೆಯುದ್ದದಷ್ಟಾದಾಗ $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$, ಅವುಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ π ರೇಡಿಯನ್‌ನಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ P_1 ನಲ್ಲಿ ತೀವ್ರತೆ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಅರ್ಧ ವಿಸ್ತಾರ $\left(\frac{d}{2}\right)$ ದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಿಂದಾಗುವ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕೆಳ ಅರ್ಧಭಾಗದಿಂದ ಬರುವ ಕಿರಣಗಳು, ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯ ವ್ಯತ್ಯಯದಿಂದಾಗಿ ಶೂನ್ಯಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಚಿತ್ರ 6.2ರಲ್ಲಿ $\quad bb' = \frac{d}{2}\sin\theta = \frac{\lambda}{2} \quad$ ಅಥವಾ $\quad d\sin\theta = \lambda$

ವಿವರ್ತನೆ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಚಿತ್ರ6.3ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



θ-ಡಿಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ

ಚಿತ್ರ 6.3

1. **ವಿವರ್ತನೆಯ ವಿನ್ಯಾಸ :** ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಯ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿಗೆ (P_0) ಪ್ರಧಾನ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಎರಡೂ ಬದಿಗೆ ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ ಸಮರೂಪವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡ ಕಪ್ಪು ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 6.3ರಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ p_1, p_1^1 ಪಟ್ಟಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಥಮ ಕನಿಷ್ಠಗಳೆಂದೂ, p_2, p_2^1 ಗಳಿಗೆ ಉಪಗರಿಷ್ಠಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು.
2. ಮಧ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿಯು $(P_1 P_1')$ ಎರಡನೆಯ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟಿ $(P_1 P_3$ ಅಥವಾ $P_1' P_3')$ ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಗಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ತೀವ್ರತೆ ಪ್ರಧಾನ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟಿಯ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ 5 ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.
3. ಪಟ್ಟಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಹಾಗೂ ತೀವ್ರತೆ ಏಕರೀತಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟಿಯ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಎರಡೂ ಬದಿಗೆ (ಉದಾ : P_0 ನಿಂದ P_1 ಅಥವಾ P_1' ಕಡೆಗೆ) ಹೋದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.
4. ವಿವರ್ತನ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಗಲವು ಮಸೂರಗಳ ಸಂಗಮ ದೂರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.
5. ಶ್ವೇತವರ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಪ್ರಧಾನ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟಿಯು ಶ್ವೇತವರ್ಣದ್ದಾಗಿದ್ದು ಹೊರಗಿನ ಪಟ್ಟಿಗಳು ವರ್ಣಮಯವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ವ್ಯತಿಕರಣ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

1. ವ್ಯತಿಕರಣವು ಭಿನ್ನ ಆಕರಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ಅನೇಕ ತರಂಗಗಳ ಅಧ್ಯಾರೋಪಣದಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವರ್ತನೆಯು ತರಂಗಮುಖದ ಅನೇಕ

ಘಟಕಗಳಿಂದ ಹೊರಟು ವ್ಯತಿಕರಣಗೊಂಡ ತರಂಗಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮ.

2. ವ್ಯತಿಕರಣ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳು ಬಿಂದುರೂಪದ ಅಥವಾ ರೇಖೀಯ ರೂಪದ ಆಕರಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ವಿವರ್ತನೆಯ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಒಂದೇ ತರಂಗಮುಖದಿಂದ ಉಗಮಿಸಿದ ಉಪತರಂಗಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

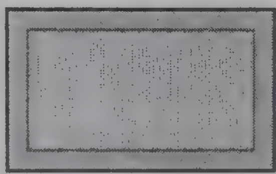
3. ವ್ಯತಿಕರಣ ವಿನ್ಯಾಸವು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ತರಂಗಮುಖವನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಚೂಪುತಡೆ ಅಥವಾ ಸೀಳುಗಂಡಿಯಿಂದ ಅಡ್ಡಪಡಿಸಿದಾಗ ವಿವರ್ತನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

4. ವ್ಯತಿಕರಣ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಅಗಲ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿವರ್ತನೆಯ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಗಲ ಅಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

5. ವ್ಯತಿಕರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆ ವಿವರ್ತನೆಯ ಕ್ರಮಸಂಖ್ಯೆಯೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿವರ್ತನ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್

ವಿವರ್ತನೆಯಿಂದಾಗಿ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಬಳಸುವ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ವಿವರ್ತನ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಎಂದು ಹೆಸರು, ಈ ಹಿಂದೆ ಗಮನಿಸಿದ ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ N ಸಮಾಂತರ ಹಾಗೂ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಎರಡು ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ನಿಯಮವಾಗಿರುವಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ **'ವಿವರ್ತನ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್'** ಎಂದು ಹೆಸರು.

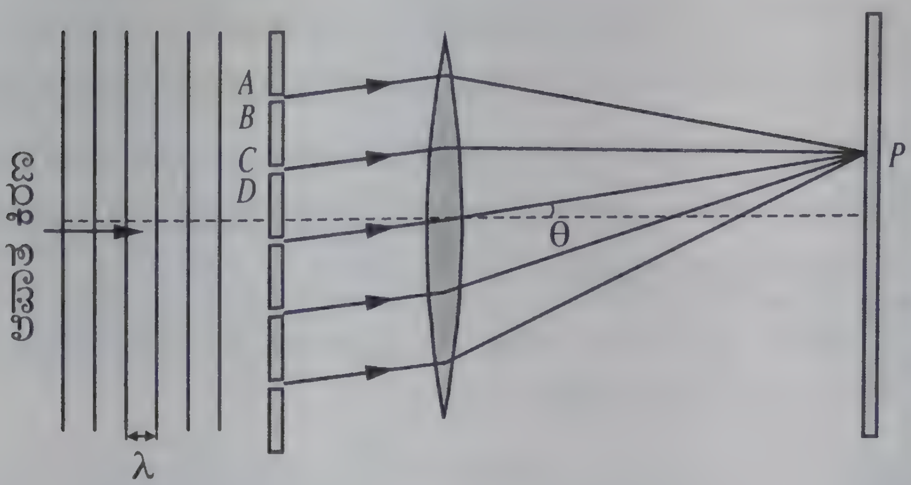


ಚಿತ್ರ 6.4

ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಳಕೆಯ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಇಂಚು ಅಗಲದ ಪಾರಕ ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ 12000 ಸಮಾಂತರ 'ಸೀಳುಗಂಡಿ'ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸೀಳುಗಂಡಿ ಅಗಲ $\frac{1\text{ಇಂಚು}}{12000}=\frac{2.54\text{ಸೆಂ.ಮೀ.}}{12000}$ ಅಥವಾ 21000 Å. ಗ್ರೇಟಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ರೋಹಿತದಲ್ಲಿನ ಗೆರೆಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಮತ್ತು ಆಕೃತಿಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣಗಳ ಅಲೆಯುದ್ದ ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ.

ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ವಿಕಿರಣ ಕಿರಣಗಳು ಅಪಾತವಾದಾಗ ದೊರೆಯುವ ರೋಹಿತದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ θ ವಿವರ್ತನಾ ಕೋನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿಂಬಿಸುವ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ P ಗರಿಷ್ಠವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ A ಮತ್ತು C ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ವಿವರ್ತನಾ ತರಂಗಗಳ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ; $(a+b)\sin\theta$ ವು $m\lambda$ ಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ,

$(a+b)\sin\theta = m\lambda$ ..... (ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠ)



ಚಿತ್ರ 6.5

ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಎರಡು ಪಾರಕ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಅಪಾರಕ ಗಾಜಿನ ಭಾಗ (*BC*) ಇರುತ್ತದೆ. *AB* ಯ ಅಗಲವನ್ನು *a* ಎಂದೂ, *BC* ಯ ಅಗಲವನ್ನು *b* ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದರೆ (*a* + *b*) ಅನ್ನು ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಮೂಲನಿಯತ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಅಗಲದಲ್ಲಿ *N* ಗೆರೆಗಳಿದ್ದಾಗ, $(a+b) = \frac{1}{N}$.

ಇಲ್ಲಿ *m* ಬೆಲೆ, 0,1,2,3 ...... ಇತ್ಯಾದಿ.

m, ಗರಿಷ್ಠ ದರ್ಜೆ (*order*) ಸೂಚಕ

$m = 0$ ಆದಾಗ ಕೇಂದ್ರ ಗರಿಷ್ಠ ಫ್ರಿಂಜ್ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ :

1) $(a+b) = d$ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಫ್ರಿಂಜ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಅಂದರೆ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನದ ಮೇಲೆ *N* ಯಾವುದೇ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ *d* ಮತ್ತು λ ಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೋ ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಈ ಹೇಳಿಕೆ ಸತ್ಯ.

2) ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನವು $\frac{\lambda}{d}$ ಅನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. *N* ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ತೀವ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

3) ಒಂದು ನಿಗದಿತ *m* ಬೆಲೆಗೆ θ ದ ಬೆಲೆಯು λ ಬದಲಾದಂತೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಕೆಂಪು ಕಿರಣಗಳ θ_R ಬೆಲೆಯು ನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ θ_V ಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿ. ಇದರ ಅರ್ಥ, ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ; ಕೇಂದ್ರ ವಿವರ್ತನಾ ಪಟ್ಟಿ ಬಿಳಿಯದ್ದಾಗಿದ್ದು, ನಂತರದ

ಗರಿಷ್ಠ ದರ್ಜೆಗಳಲ್ಲಿ ನೇರಿಳೆ ಬಣ್ಣದಿಂದ ಮೊದಲಾಗಿ ಕೆಂಪಿನವರೆಗಿನ ರೋಹಿತ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ

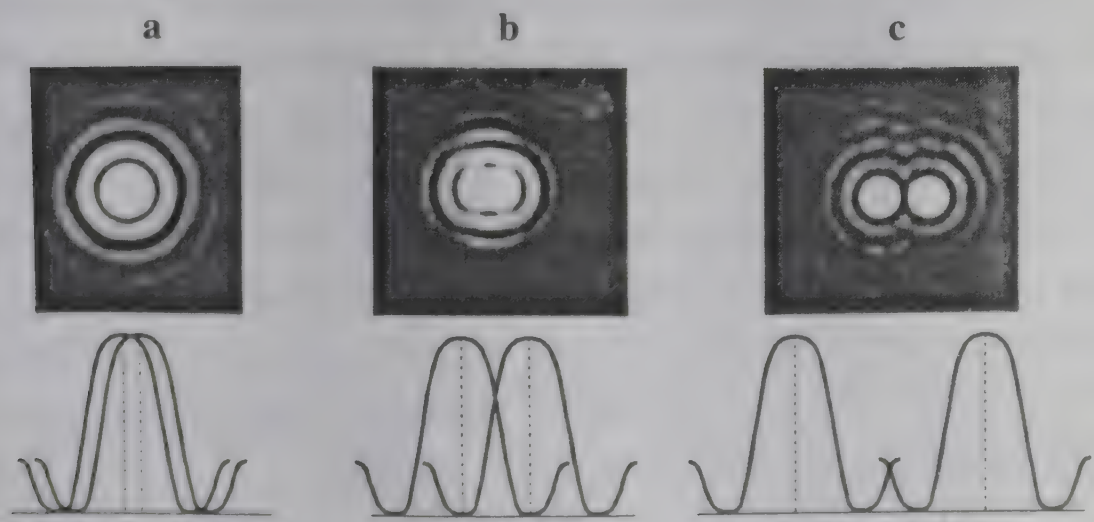
ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿನಿಂದ ಅಥವಾ ದೂರದರ್ಶಕ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಮುಂತಾದ ದ್ಯುತಿ ಉಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಅವು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ಕಂಡಲ್ಲಿ, ವಸ್ತುಗಳು ಪೃಥಕ್ಕರಣಗೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿಯೆಂದರೆ ಅದು ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಾಗಿದೆ.

ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ದ್ಯುತಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕಾರ ಬಿಂದುರೂಪದ ವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬವು ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಬಿಂದುವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆಯಿಂದಾಗಿ ಬಿಂದುವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬಿಲ್ಲೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಎರಡು ಬಿಂದುರೂಪದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅವು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆಯೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದು ಅವುಗಳ ವಿವರ್ತನ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನಗರಿಷ್ಠಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ಪೃಥಕ್ಕರಣವಾಗುವಲ್ಲಿ ರ್‍ಯಾಲಿಯ ನಿರ್ಧಾರಕ ಅಂಶ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವಿವರ್ತನಾ ವಿನ್ಯಾಸದ ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠವು ಮತ್ತೊಂದರ ಪ್ರಥಮ ಕನಿಷ್ಠಕ್ಕೆ ಅಧ್ಯಾರೋಪಿತವಾಗಿದ್ದಾಗ ಆ ವಸ್ತುಗಳು ಪೃಥಕ್ಕರಣಗೊಂಡಿವೆ (ಚಿತ್ರ 6.6 *b*) ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 6.6

ಚಿತ್ರ 6.6*c* ಅಗತ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪೃಥಕ್ಕರಣಗೊಂಡಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಚಿತ್ರ 6.6*a* ಪೃಥಕ್ಕರಣವಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿಯ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಂದು ಹೆಸರು

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

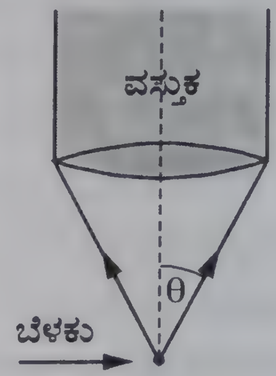
ಎರಡು ಬಿಂದುರೂಪದ ವಸ್ತುಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕಾಣಲು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರಬೇಕಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಅಂತರಕ್ಕೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ, $d = \dfrac{\lambda}{2n\sin\theta}$

λ - ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೆಳಗಿಸಲು ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ

n - ವಸ್ತು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಕಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

θ - ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ವಸ್ತುಕವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಎರಡು ಅಂತ್ಯಕಿರಣಗಳು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಶಂಕುವಿನ ಅರೆ ಶೃಂಗೀಯ ಕೋನ.



ಚಿತ್ರ 6.7

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅದರ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿಯ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\text{ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ} = \frac{1}{d} = \frac{2n\sin\theta}{\lambda}$$

d ಕಡಿಮೆಯಾದಷ್ಟು ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು $n\sin\theta$ ಹೆಚ್ಚಬೇಕು ; λ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬೇಕು. $n\sin\theta$ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಕವನ್ನು ಅಧಿಕ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವುಳ್ಳ ಯಾವುದಾದರೂ ತೈಲ (ಉದಾ : ಸಿಡರ್‌ವುಡ್ ತೈಲ) ದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು **ತೈಲ ನಿಮಜ್ಜನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. λ ವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು **ಅತಿನೇರಿಳೆ** ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮಸೂರವನ್ನು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನಿಂದ ತಯಾರಿಸಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ಗಾಜು ನೇರಿಳಾತೀತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು **ಅತಿನೇರಿಳೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ** ಎಂದು ಕರೆಯುಲಾಗುತ್ತದೆ.) $nrn\,\theta$ ವನ್ನು ಸಾಂಖ್ಯಿಕ ಕಿಂಡಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಸ್ವಲ್ಪದಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆಯೆಂದು ಗುರಿತಿಸಬಹುದಾದ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳು ದೂರದರ್ಶಕದ ವಸ್ತುಕದ ಬಳಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕನಿಷ್ಠ ಕೋನಕ್ಕೆ ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು

ಸ್ವಲ್ಪದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದಾದ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳು ವಸ್ತುಕದ ಬಳಿ $d\theta$ ಕೋನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವಂತಿದ್ದರೆ, ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ, $d\theta = \frac{1.22\lambda}{d}$ ಇಲ್ಲಿ d ವಸ್ತುಕದ ವ್ಯಾಸ ; λ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ. ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, $\frac{1}{d\theta} = \frac{d}{1.22\lambda}$

ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ವಸ್ತುಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ವಸ್ತುಕದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕನ್ನಡಿ ಅಥವಾ ಮಸೂರದ ವ್ಯಾಸ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ವರ್ಣಿಸುವಾಗ 100 ಅಂಗುಲ, 200 ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸ ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಕಾವಲೂರಿನಲ್ಲಿ 100 ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸದ ಬೃಹತ್ ದೂರದರ್ಶಕವಿದೆ. 100 ಅಂಗುಲ, ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಕನ್ನಡಿಯ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **ಏಕಸೀಳುಗಂಡಿಯ ವಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಅಗಲ 1 mm ಮೊದಲ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆಯು 2 ನಿಮಿಷದಷ್ಟು ಕೋನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವೆಷ್ಟು?**

   ಮೊದಲ ಕಪ್ಪುಪಟ್ಟೆ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ;

   $d\sin\theta = \lambda \quad \sin\theta = \sin 2' = 0.0006$

   $\therefore \quad 10^{-3} \times 0.006 = \lambda$ ಅಥವಾ $\lambda = 600\text{nm}$

2. **589.3 nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಸಮಾಂತರ ತರಂಗಗಳ 0.5 mm ಅಗಲದ ಏಕಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗಿವೆ. ಸೀಳುಗಂಡಿಯು ಹಿಂಬದಿಯಲ್ಲಿ 0.5 mm ಸಂಗಮದೂರದಲ್ಲಿ ಪೀನ ಮಸೂರವಿದೆ. ಮಸೂರದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮ ಸಮತಲದಲ್ಲಾಗುವ ವಿವರ್ತನಾಪಟ್ಟೆಯ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆ**

ಮತ್ತು ಮೊದಲ ಕಪ್ಪು ಪಟ್ಟೆಗಳಿಗಿರುವ ಅಂತರವೆಷ್ಟು?

ಮೊದಲ ಕಪ್ಪು ಪಟ್ಟೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ $d\sin\theta=\lambda$

$$\therefore \quad \sin\theta=\frac{\lambda}{d}=\frac{589.3\times10^{-9}}{0.5\times10^{-3}}$$

ಪೀನಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ $(f)=0.5\times10^{-3}\,\text{m}$

$$\therefore \quad \frac{0.5\times10^{-3}\times589.3\times10^{-9}}{0.5\times10^{-3}}=\mathbf{0.589\,nm}$$

3. **ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೊಂದರ ಅರೆ ಶೃಂಗೀಯ ಕೋನ 30° ವಸ್ತು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಕದ ಮಧ್ಯೆ 1.4 ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ದ್ರವವಿದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು 420 nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿಯೆಷ್ಟು ?**

$d=\dfrac{\lambda}{2n\sin\theta}$ ದತ್ತ : $\lambda=420\times10^{-9},\ n=1.4,\ \theta=30°$

$\sin 30=\dfrac{1}{2}$ $\therefore \quad d=\dfrac{420\times10^{-9}}{2\times1.4\times0.5}=\mathbf{3\times10^{-7}\,m}$

4. **ದೂರದರ್ಶಕವೊಂದರ ವಸ್ತುಕದ ವ್ಯಾಸ 1.4 m ಸರಾಸರಿ 560 nm ಅಲೆಯುದ್ದ ಬಳಸಿ ನಕ್ಷತ್ರ ವೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಎರಡು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಕೋನವೆಷ್ಟು ?**

$$\theta=\frac{1.22\lambda}{d}=\frac{1.22\times560\times10^{-9}}{1.4}=\mathbf{4.88\times10^{-7}\,rad}$$

ಅಭ್ಯಾಸಗಳು

ಒಂದು ಅಂಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆ ಅಂದರೇನು ?
2. ಎರಡು ರೀತಿಯ ವಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
3. ಫ್ರೆನೆಲ್ ವಿವರ್ತನೆ ಅಂದರೇನು ?
4. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆ ಅಂದರೇನು ?

5. ವಿವರ್ತನೆಯ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ವಿವರ್ತನೆ ಪಟ್ಟೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಮತ್ತು ತೀವ್ರತೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
7. ವ್ಯತಿಕರಣ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಗಳ ನಡುವಿನ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತಿಳಿಸಿ.
8. ವಿವರ್ತನ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಅಂದರೇನು ?
9. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿನ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
10. ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಎಂದರೇನು ?
11. ಪೃಥಕ್ಕರಣವಾಗುವಲ್ಲಿ ರ‍್ಯಾಲಿಯ ನಿರ್ಧಾರಕ ಅಂಶವೇನು ?
12. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಏನು ಮಾಡಬೇಕು ?
13. ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಏನು ಮಾಡಬೇಕು ?
14. ಅತಿನೇರಿಳೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೆಂದು ಕರೆಯಲು ಕಾರಣವೇನು ?
15. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಎಂದರೇನು ?
16. ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಎಂದರೇನು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ರೀತಿಯ ವಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
2. ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನೆಗೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಿ.
3. ಫ್ರೆನೆಲ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
4. ಫ್ರೆನೆಲ್ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಬಗೆ ತಿಳಿಸಿ.
5. ಏಕಕಿಂಡಿಯಲ್ಲಾಗುವ ವಿವರ್ತನೆಗೆ *nth* ಕನಿಷ್ಠ ಹಾಗೂ *nth* ಗರಿಷ್ಠ ಮಾದರಿಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.
6. ವಿವರ್ತನಾ ಪಟ್ಟಿಯ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.
7. ವಿವರ್ತನಾ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ವಿವರಿಸಿ ಅದರ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಸಾಗಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.
8. ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನವು ಯಾವುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ? ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಬಳಸಿದಾಗ ಗರಿಷ್ಠ ಫ್ರಿಂಜ್‌ಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು ಹೇಗೆ ?
9. ಪೃಥಕ್ಕರಣವಾಗುವಲ್ಲಿ ರ‍್ಯಾಲಿಯ ನಿರ್ಧಾರಕ ಅಂಶ ವಿವರಿಸಿ.
10. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ವಿವರಿಸಿ.
11. ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಏಕ ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಅಗಲ 0.1 mm ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದ ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ 546 nm. ಮೊದಲನೆಯ ಮತ್ತು ಎರಡನೆ ಉಪಕನಿಷ್ಠ ಪಟ್ಟೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೋನೀಯ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   $[\theta_1 = 0.313°, \theta_2 = 0.626°]$

2. ದೂರದ ಆಕರದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ 600 nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕು 1 mm ಅಗಲದ ಕಿಂಡಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು 2 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ವಿವರ್ತನಾ ಪಟ್ಟೆ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತಾ ಪಟ್ಟೆಯಿಂದ ಎರಡೂ ಬದಿಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರಥಮ ಕನಿಷ್ಠಗಳಿಗಿರುವ ದೂರವೆಷ್ಟು ?

3. ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ವಸ್ತುಕದ ಸಾಂಖ್ಯಿಕ ಕಿಂಡಿಯ ಬೆಲೆ 0.75. ಎಣ್ಣೆಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.5 ಅದನ್ನೇ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಸಾಂಖ್ಯಿಕ ಕಿಂಡಿಯ ಬೆಲೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?

4. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದಾಗ ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದ 600 nm. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅರೆ ಶೃಂಗೀಯ ಕೋನ 35° ಆಗಿದ್ದಾಗಿನ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಮತ್ತು ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟು ?

5. ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಎರಡು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನಾಂತರ 4.8×10^{-6} ರೇಡಿಯನ್. 650 nm ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ವಸ್ತುಕದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಟ್ಟು ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

೭. ಧ್ರುವೀಕರಣ

ವಿದ್ಯಮಾನದ ವಿವರಣೆ

ಬೆಳಕು, ಬೇರೆಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳಂತೆ ಅಡ್ಡಲೆ ಎಂದು ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿರುವ ವಿಷಯವನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ (E) ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ (B) ಕಂಪನಗಳು, ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಎರಡು ತಲಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾದರೂ ಇರಬಹುದು. ಈ ಎರಡೂ ತಲಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಮೂರೂ ಆಯಾಮಗಳಿಗೆ ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿದಾಗ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕಂಪನಗಳು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಜ. ಇಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ **ಸಮ್ಮಿತಿ** (*symmetry*) ಇರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವೇಳೆ E ಮತ್ತು B ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಎರಡು ತಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದಕ್ಕಷ್ಟೆ ಸೀಮಿತಗೊಂಡಾಗ ಅಸಮ್ಮಿತಿ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮತಲಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನುಳಿದ ಸಮತಲಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಹೀಗಾದಾಗ, ಬೆಳಕು ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡಿದೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನ ಅಡ್ಡಲೆಗಳಿಗೆ ಮತ್ರ ಸೀಮಿತ. ನೀಳಲೆ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ವಿಲೋಮವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ದೃಢೀಕರಿಸಬಹುದು.

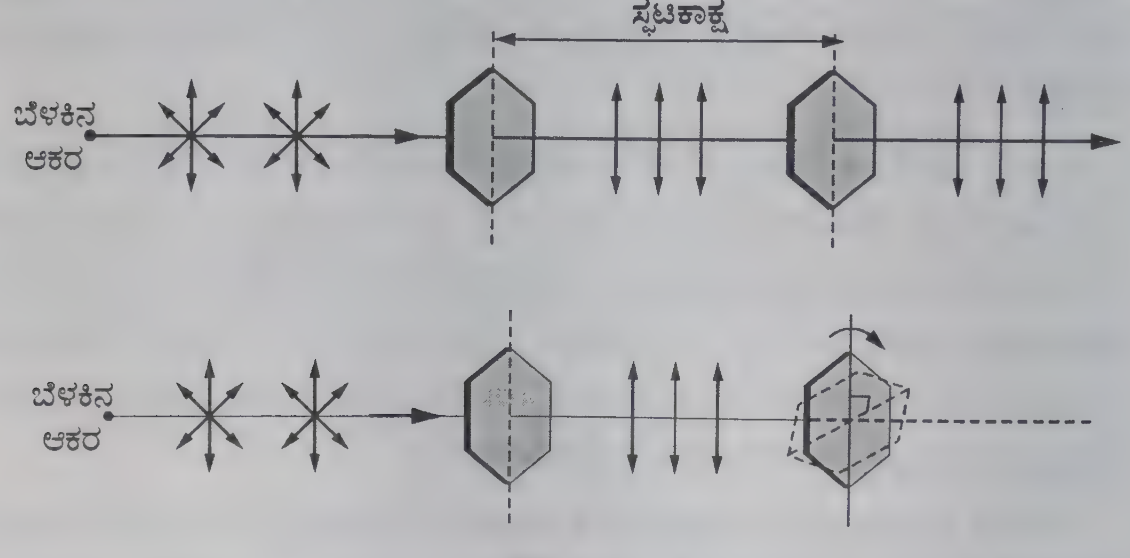
ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಕಂಪನಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಒಂದೇ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸೀಮಿತಗೊಳ್ಳುವ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ಧ್ರುವೀಕರಣ (*polarisation*)**ವೆಂದು ಹೆಸರು.**

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ

ಟೂರ್ಮಲೀನ್, ಸೈಕ್ಲೊಸಿಲಿಕೇಟ್ ಗುಂಪಿನ ಒಂದು ಖನಿಜ. ಬೋರಾನ್ ಇದರ ಪ್ರಧಾನ ಘಟಕ. ಇದು ಷಡ್ಭುಜಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಳುಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಗಾಜಿನಂಥ ಹೊಳಪು. ಪಾರಕ ಮತ್ತು ದೋಷಮುಕ್ತವಾದ ಈ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ರತ್ನಾಭರಣವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಇಂತಹ ಎರಡು ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಬೆಳಕು ಅಡ್ಡಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ದೃಢೀಕರಿಸಲಾಯಿತು. ಸ್ಫಟಿಕದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಕತ್ತರಿಸಿದ *A* ಮತ್ತು *B* ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. (ಚಿತ್ರ 01) ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು, ಲಂಬವಾಗಿ, *A* ಮೇಲೆ ಆಪಾತವಾಗಿದೆ. ಭಾಗಶಃ ಬೆಳಕು ಮಾತ್ರ *A* ಮುಖಾಂತರ ಪ್ರವಹಿಸಿ, *B* ಯನ್ನು ಹಾದು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಆಪಾತ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯನ್ನು ಅಕ್ಷವಾಗಿಸಿಕೊಂಡು *A* ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಹೊರಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದೇ *B* ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಅಪಾತ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯನ್ನು ಅಕ್ಷವಾಗಿಸಿಕೊಂಡು ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಕಾಣಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯೇ ಬೇರೆ.

A ಮತ್ತು *B* ಗಳ ಸಹಜ ಸ್ಫಟಿಕಾಕ್ಷಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದಾಗ *B* ನಿಂದಾಚೆಗೆ ಬೆಳಕು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. *B* ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ಮೊದಲು ಮಾಡಿದೊಡನೆಯ ಅದರ ತೀವ್ರತೆ ಕ್ಷೀಣಿಸಲು ಮೊದಲಾಗುತ್ತದೆ. *A* ಅನ್ನು ಕದಲಿಸಿದೆ *B* ಅನ್ನು ಮಾತ್ರ ತಿರುಗಿಸುವಾಗ ಅದರ ಅಕ್ಷ *A* ಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ 90° ಆದಾಗ *B* ನಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಬೆಳಕು ಬರುವುದೇ ಇಲ್ಲ. *B* ಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಮತ್ತೆ ಬೆಳಕು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡು, ಎರಡರ ಅಕ್ಷಗಳು ಸಮಾಂತರಗೊಂಡಾಗ ತೀವ್ರತೆ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೇ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಬೆಳಕು ನೀಳರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಈ ರೀತಿ ತೀವ್ರತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಆಗುತ್ತಲೇ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಅಡ್ಡಲೆಯಾಗಿರಲೇ ಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 7.1

ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದಿಂದ ಹೊರಟ ಮೂಲ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕಂಪನಗಳು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದು **ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು.** ಇದು *A* ಅನ್ನು ಹಾದು ಹೊರಬಂದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ *A* ನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾದ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸೀಮಿತಗೊಂಡ ಕಂಪನಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದು **ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು.**

ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಪ್ರತೀಕಗಳು.

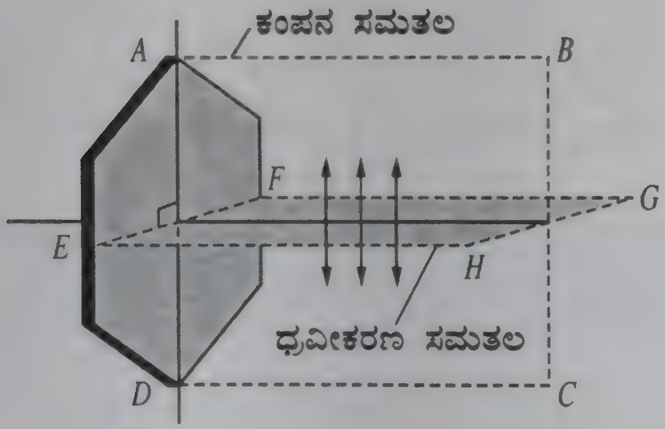


ಚಿತ್ರ 7.2

a ಮತ್ತು *b* ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು

c) ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು, ಕಂಪನಗಳು ಹಾಳೆಯ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿವೆ.

d) ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು, ಕಂಪನಗಳು ಹಾಳೆಯ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿವೆ.



ಚಿತ್ರ 7.3

ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ, ಕಂಪನ ಸಮತಲ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲ ಎಂದು ವಿಂಗಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಂಪನ ಸಮತಲ

ಕಂಪನಗಳ ದಿಶೆ ಹಾಗೂ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ದಿಶೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಮತಲ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *ABCD*.

ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲ

ಕಂಪನ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದು, ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ದಿಶೆಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಮತಲ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *EFGH*

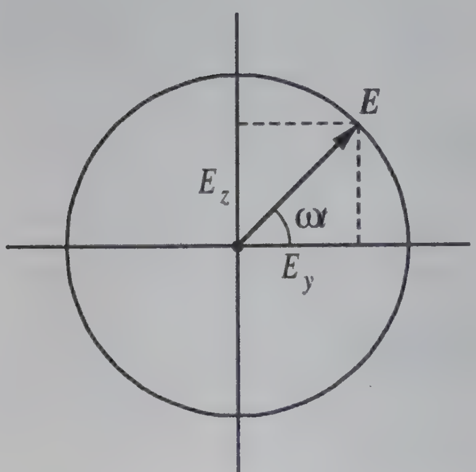
ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುವ ದಿಶೆಯನ್ನು ಪಾಯಿಂಟಿಂಗ್ ಸದಿಶ S **ದಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ,**

$$\overline{S} = \overline{E} \times \overline{B}$$

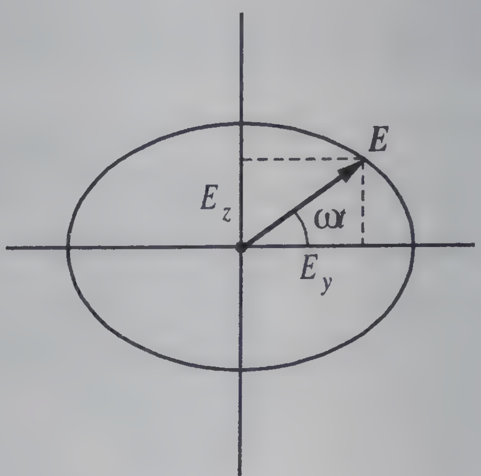
ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *xy* ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಗಮನಿಸಿ :

1. ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ *E* ಸದಿಶವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಆಂದೋಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.
2. *E* ಸದಿಶದ ಪ್ರಮಾಣ (*magnitude*) ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಅದರ ದಿಶೆಯು ದೇಶದಲ್ಲಿ (*in space*) ಸ್ಥಿರ ಕೋನೀಯ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾದಾಗ ವರ್ತುಳೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು (*circularly polarised*) ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.



(ವರ್ತುಳೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು)
+ *x* ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿದೆ



ಎಲಿಪ್ಸೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು

ಚಿತ್ರ 7.4

3. ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ E_y ಮತ್ತು E_z ಗಳ ಪಾರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಗಿದ್ದಾಗ *E* ಸದಿಶದ ತುದಿ ದೀರ್ಘವೃತ್ತವನ್ನು ಅನುರೇಖಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಎಲಿಪ್ಸೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು

ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಅನೇಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು : (1) ಪ್ರತಿಫಲನ, (2) ವಕ್ರೀಭವನ, (3) ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ ಮತ್ತು (4) ಆಯ್ದ ಹೀರಿಕೆ (ಡೈಕ್ರಾಯಿಸಮ್)

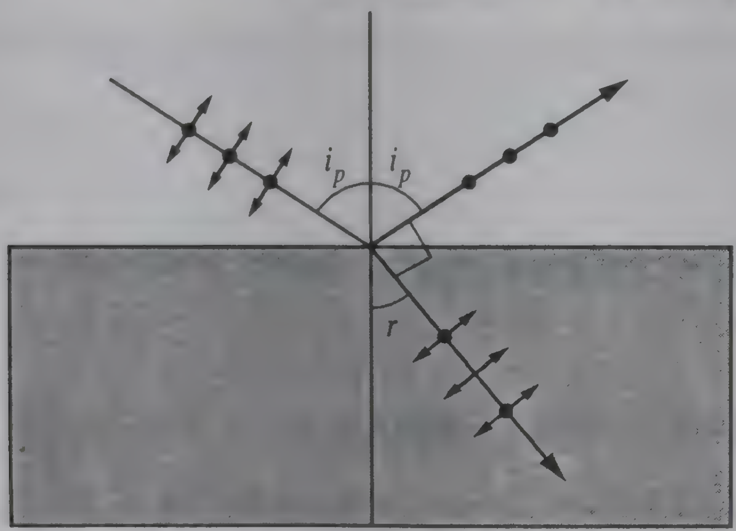
ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕರಣ

ಪತನಕೋನದಿಂದ ಬದಲಾಗುವ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ 1812 ರಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದ. ಪತನಕೋನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಧ್ರುವೀಕರಣದ ಪ್ರಮಾಣವು

ಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪತನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಬೆಳಕು ಸಂಪೂರ್ಣ ಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪತನ ಕೋನಕ್ಕೆ **ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನ** ಥವಾ **ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ಕೋನ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನ i_p ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭನಾಂಕಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ $n = \tan i_p$ ಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಅಂದರೆ **ಮಾಧ್ಯಮದ ಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಗರಿಷ್ಠ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದ ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್‌ಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ದು ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯಾಗಿವೆ.**

ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಪನವು ಪತನಕಿರಣದ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಬೆಳಕು ಪತನಕಿರಣದ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 7.5

ಚಿತ್ರ 7.5ರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನ i_p ನಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನಕಿರಣವು ಸಮತಲಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು. ಅದರ ಕಂಪನವು ಚಿತ್ರ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನಕಿರಣವು ಪಾರ್ಶ್ವ ಧ್ರುವೀಕರಣಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿದೆ.

ಸ್ನೆಲ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, $$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i_p}{\sin r} \quad \ldots (01)$$

ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $$n = \tan i_p = \frac{\sin i_p}{\cos i_p} \quad \ldots (02)$$

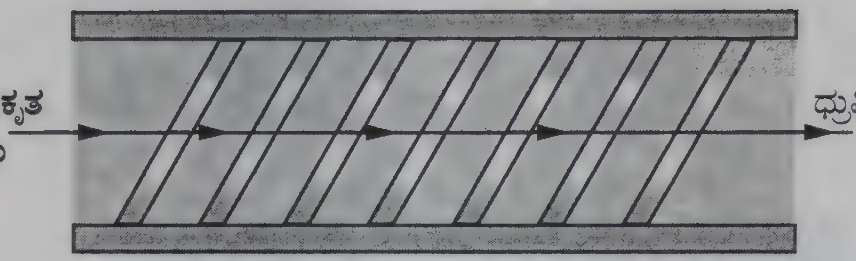
01 ಮತ್ತು 02 ರಿಂದ, $\sin r = \cos i_p = \sin\left(90^\circ - i_p\right)$

ಆದ್ದರಿಂದ, **ಬೆಳಕು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹಾಗೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ.**

ಗಮನಿಸಿ : ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಪಾರ್ಶ್ವ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡಿದೆ.

ಫಲಕಗಳ ಒಟ್ಟಿಲು *(pile of plate)*

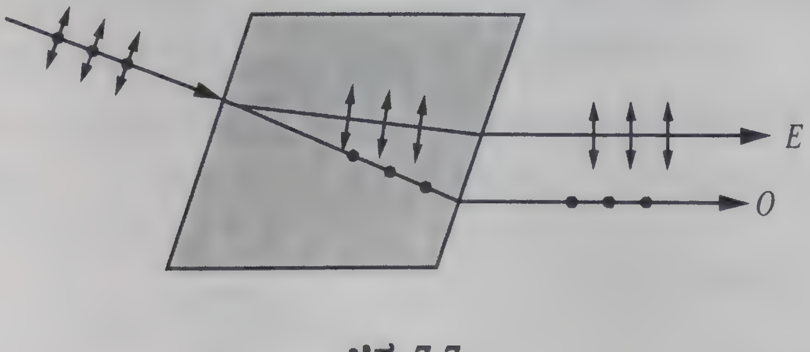
ಅನೇಕ ಪಾರಕ ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಒಟ್ಟಿಲು ಮಾಡಿ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಧ್ರುವೀಕರಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಫಲಕದ ಮೇಲೂ ಬೆಳಕು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದರೆ ನಿರ್ಗಮನ ಕಿರಣವು ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡು, ಕೊನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಹೊರಬಂದಾಗ ಬಹುತೇಕವಾಗಿ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 7.6

ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕರಣ

1669ರಲ್ಲಿ ಎರಾಸ್ಮಸ್ ಬಾರ್ಥೋಲಿನ್, ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಒಂದು ಕಿರಿದಾದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕದ ಒಂದುಮುಖದ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಆಪಾತವಾದಾಗ ಅದು ಎರಡು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಗಳಾಗಿ ಸ್ಫಟಿಕದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ **ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ತರಂಗ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನಾಧರಿಸಿ ವಿವರಿಸಿದನು.



ಚಿತ್ರ 7.7

ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಿರಣವು ವಿಚಲನೆಗೊಳ್ಳದೆ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು **ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣ** (*O*) ಎಂದು

ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ಕಿರಣವು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಂಡು ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ವಕ್ರೀಭವನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಿರಣವನ್ನು **ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣ** (E) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಕಿರಣಾವಳಿಗಳು ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಕಂಪನ ಸಮತಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 7.7) ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಿರಣವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಮೂಲಕ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

(ಒಂದು ಕಾಗದದ ಮೇಲಿರುವ ಮಸಿಗುರುತಿನ ಮೇಲೆ ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ಮಸಿಗುರುತಿನ ಎರಡು ಬಿಂಬಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿದರೆ ಒಂದು ಬಿಂಬ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಿಂಬ. ಮತ್ತೊಂದು, ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಿಂಬದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಬಿಂಬ)

ಸ್ಫಟಿಕದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣಕ್ಕೆ (n_0) ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ (n_e) ವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರದೆ ಪತನಕೋನದೊಂದಿಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣವು ಬೇರೆಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ಯಾಲೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯಕಿರಣದ ವೇಗವು ಅಸಾಮಾನ್ಯಕಿರಣದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕ್ಯಾಲೈಟ್‌ಗೆ $n_0 > n_e$ ಕ್ಯಾಲೈಟ್ ಅನ್ನು ಋಣ ಸ್ಫಟಿಕ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

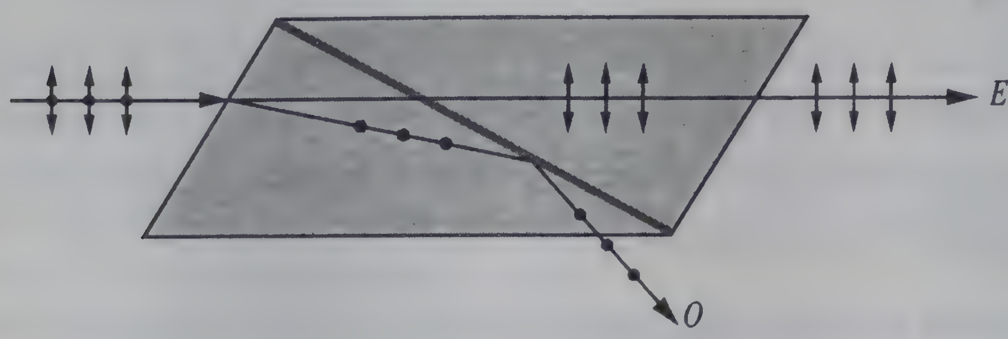
ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ, ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆಪಾತಕಿರಣವನ್ನು ಕಳಿಸಿದಾಗ ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡದ ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿಗೆ **ಸ್ಫಟಿಕದ ದ್ಯುತಿ ಅಕ್ಷ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕ್ಯಾಲೈಟ್ ಮತ್ತು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನಂತಹ ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಅಕ್ಷವಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು **ಏಕಾಕ್ಷ** ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೈಕಾ ಮುಂತಾದ ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು **ದ್ವಿಅಕ್ಷ** ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿಅಕ್ಷವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗೆರೆಯಲ್ಲ, ಅದೊಂದು ದಿಕ್ಕು, ಆ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಎಳೆದ ಎಲ್ಲಾ ಸಮಾಂತರ ಗೆರೆಗಳೂ ದ್ಯುತಿಅಕ್ಷಗಳೇ, ದ್ಯುತಿಅಕ್ಷದ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಫಟಿಕವು ಸಮರೂಪಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತಿಅಕ್ಷದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣಗಳ ವೇಗ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗ (*nicol prism*)

ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗ ಸಮತಲಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಲು ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಉಪಕರಣ. ಈ ಸಾಧನವನ್ನು 1828ರಲ್ಲಿ ವಿಲಿಯಮ್ ನಿಕಲ್ ಉಪಜ್ಞಿಸಿದರು.

ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗವು ಚಿತ್ರ 07ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕದ ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ. ಇದರ ಲಘು ಕೋನಗಳು 68° ಇದ್ದು, ಉದ್ದವು ಅಗಲಕ್ಕಿಂತ ಮೂರು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಮೊಂಡು ತುದಿಗಳ ಮೂಲಕ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಎರಡು ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ, ಕತ್ತರಿಸಿದ ಮುಖಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜಿ ನಯಗೊಳಿಸಿ ನಂತರ ಕೆನಡಾ ಬಾಲ್ಸಮ್ (ಕೋನಿಫೆರಿ ಮರದ ರಾಳ) ಎಂಬ ಪಾರದರ್ಶಕ ಗೋಂದಿನಿಂದ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 7.8

ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಅಶ್ರಗದ ಉದ್ದ ಮುಖಗಳಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ, ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣವು $(n_e = 1.486)$ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು, ಕೆನಡಾ ಬಾಲ್ಸಮ್ ಅನ್ನು $(n = 1.55)$ ತೂರಿ ಹೋಗಿ ಸ್ಫಟಿಕದ ಎದುರು ಮುಖದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 06) ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣ $(n_0 = 1.658)$ ವು ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಕೆನಡಾ ಬಾಲ್ಸಮ್ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತದೆ. (ಈ ಕಿರಣವು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಆಪಾತಕೋನವು ಕ್ರಾಂತಿಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದೆ) ಸ್ಫಟಿಕದ ಅಂಚಿಗೆ ಬಳಿದಿರುವ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣವು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡಿರುವ ಅಸಾಮಾನ್ಯಕಿರಣ ಮಾತ್ರ ಸ್ಫಟಿಕದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ.

ಡೈಕ್ರೊಯಿಸಮ್ (ಆಯ್ದ ಹೀರಿಕೆ)

ಕೆಲವೊಂದು ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಮತ್ತು ಖನಿಜಗಳು ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟುಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಸಮವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ **ಆಯ್ಕೆಯ ಹೀರಿಕೆ** ಅಥವಾ **ಡೈಕ್ರೊಯಿಸಮ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಗುಣವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಸ್ಫಟಿಗಳನ್ನು ಡೈಕ್ರೊಯಿಕ್ ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ಒಂದು ಡೈಕ್ರೋಯಿಕ್ ಸ್ಫಟಿಕ. ಸ್ಫಟಿಕದ ಮೇಲೆ ಆಪಾತಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಪನಗಳು ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಫಟಿಕಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ಫಟಿಕವು ಲಂಬ ಕಂಪನವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ತನ್ನ

ಮೂಲಕ ಹಾಯಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಟೂರ್ಮಲೀನ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಬೆಳಕು ಸಮತಲಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಚದರಿಕೆಯಿಂದಲೂ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದು.

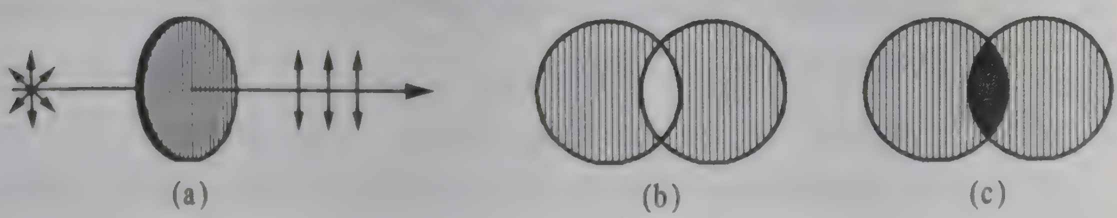
ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಹಾದು ಬರುವ ಬೆಳಕು ಭಾಗಶಃ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡಿರುವುದು ಚದರಿಕೆಯಿಂದಾಗಿಯೆ.

ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ (*Polaroid*)

ದೊಡ್ಡವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಕ್ಯಾಲೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕದಿಂದ ಪಡೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದ ಕ್ಯಾಲೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿಲ್ಲ. 1934ರಲ್ಲಿ, ಲ್ಯಾಂಡ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಕೃತಕವಾದ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ದೊಡ್ಡವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಸಾಧನವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ. ಈ ರೀತಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಗೊಂಡು, ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಈ ಸಾಧನವೇ 'ಪೋಲರಾಯ್ಡ್'.

ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ವಿಶೇಷ ದ್ಯುತಿ ತಾಂತ್ರಿಕತೆಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ತೆಳುಪೊರೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹೆರಾಪಥೈಟ್ (ಕ್ವಿನೈನ್ ಅಯಡೊ ಸಲ್ಫೇಟ್) ಖನಿಜವನ್ನು ಸೂಜಿಯಂತಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸ್ಫಟಿಕವಾಗಿ ಒಡೆದು, ನೈಟ್ರೋಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಲಂಬನ ಮಾಡಿ, ಅನಂತರ ಅವುಗಳ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಸಾಲುನೆಲೆಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

1941ರಲ್ಲಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪಡಿಸಲಾದ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾದ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪಾಲಿವಿನೈಲ್ ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್‌ನ ತೆಳುಹಾಳೆಯನ್ನು ಹಿಗ್ಗಿಸಿ ಬಲವಾದ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಎಳೆತದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದು ಅಯೊಡಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ದ್ವಿವಕ್ರೀಕಾರಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಹಾಳೆಗಳಗೆ *H* - ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಹಿಗ್ಗಿಸಿದ ಹಾಳೆಯನ್ನು ಹೈಡ್ರೋಕ್ಲೋರಿಕ್ ಆಮ್ಲದಂತಹ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕದೊಂದಿಗೆ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಹಾಳೆಯು ಸ್ಥಿರವಾದ ಮತ್ತು ಬಲವಾದ ದ್ವಿವಕ್ರೀಕಾರಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಹಾಳೆಗಳನ್ನು *K* - ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 7.9

ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ಕುಸಿಯದಂತೆ ಮಾಡಲು ಅವುಗಳನ್ನು ತೆಳುವಾದ ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳ

ನಡುವೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗೂ ಅದರದೇ ಆದ ವಿಶಿಷ್ಯ ಪ್ರೇಷಣ ಸಮತಲವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾದ ಕಂಪನಗಳು ಮಾತ್ರ ಪ್ರೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಲಂಬ ಕಂಪನಗಳು ತಡೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಬಹುದು. ಪ್ರೇಷಣ ಸಮತಲಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಎರಡು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನಿಟ್ಟಾಗ, ಎರಡನೆ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಬೆಳಕು ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 7.9*b*) ಎರಡನೆಯ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನ್ನು 90° ತಿರುಗಿಸಿದರೆ, ಆದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕು ನಿರ್ಗಮಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 7.9*c*)

ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನ ಉಪಯೋಗಗಳು

1. ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಧ್ರುವೀಕಾರಕ ಸೂರ್ಯಕನ್ನಡಕಗಳಾಗಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.
2. ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳ ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಯಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಲು ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.
3. ವಾಹನಗಳನ್ನು ಓಡಿಸುವಾಗ ಕಣ್ಣುಕೋರೈಸುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಚಾಲಕನಿಗೆ ತೊಂದರೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಚಾಲಕನ ಮುಂದಿರುವ ಗಾಳಿ ತಡೆಯ ಗಾಜನ್ನು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದರೆ ಕಣ್ಣುಕೋರೈಸುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು.
4. ಹಳೆಯ ತೈಲ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.
5. ಈವರೆಗೆ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದನ್ನು ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು. ಬೆಳಕನ್ನು ಧ್ರುವೀಕರಿಸುವ ಪಾರಕ (ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಮುತಾದವುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ್ದು) ಹಾಳೆಯೇ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್. ದೃಕ್ ವಸ್ತುಗಳ ವಾಣಿಜ್ಯ ನಾಮ. ಕಪ್ಪು, ಬಿಳಿ ಹಾಗೂ ವರ್ಣ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತತ್‌ಕ್ಷಣ ನೀಡುವ ಈ ಛಾಯಗ್ರಾಹಕದ ಉಪಯೋಗಗಳು ಹಲವಾರು.
6. ಲೋಹಗಳ ದ್ಯುತಿಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ವಾಹನಗಳ ಶರದೀಪಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
7. ಹೊಳಪು ಕಾಗದದಿಂದಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವ (Optical activity)

ಕೆಲವೊಂದು ಸ್ಫಟಿಕ, ದ್ರವ ಅಥವಾ ದ್ರಾವಣದಂಥ ಪಾರಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಮೂಲಕ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದರೆ ನಿರ್ಗಮನ ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವು ಎಡಕ್ಕಾಗಲೀ, ಬಲಕ್ಕಾಗಲೀ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ **ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣ. ಟರ್ಪಂಟೈನ್, ಸೋಡಿಯಮ್ ಕ್ಲೋರೇಟ್ ಮುಂತಾದವು ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು - ಆಕರದ ಕಡೆಗೆ ಮುಖ ಮಾಡಿರುವ ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ - ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವನ್ನು ಬಲದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು **ಬಲಭ್ರಾಮಕ**ಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತೀಯವಾಗಿ ಪಟುವಾದ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಪಾರಿಭಾಷಿಕಪದವನ್ನು ದಕ್ಷಿಣಾವರ್ತಕ (*dextrorotatory*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಳಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಎದುರಿಗೆ ಇದನ್ನು ಹಿಡಿದು ನೋಡಿದಾಗ ದ್ರುವೀಕರಣ ತಲವನ್ನು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಮತಲವನ್ನು ಎಡದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ವಾಮಾವರ್ತಕ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣ ತಲವನ್ನು ಎಡಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸುವ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ವಾಮಾವರ್ತಕ (*laevorotatory*) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ (*Specific roration*)

ದ್ರಾವಣಗಳಲ್ಲಿ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲದ ಭ್ರಮಣ ಕೋನ (θ) ವು ಅದು ಹಾಯ್ದು ಹೋಗುವ ದ್ರಾವಣದ ಉದ್ದ (L), ದ್ರಾವಣದ ಸಾರ (C) ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಏಕಮಾನ ಸಾರವುಳ್ಳ ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ದ್ರಾವಣವು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಗೆ, ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆ $\boxed{S = \frac{\theta}{Lc}}$

θ ವನ್ನು ರೇಡಿಯನ್‌ನಲ್ಲಿ, L ಅನ್ನು ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು C ಯನ್ನು kg/m^3 ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣದ ಮಾನ $rad\, m^2 kg^{-1}$

ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್

ದ್ರಾವಣಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಲಕರಣೆಗೆ **ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನೇ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು

ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅದನ್ನು **ಸ್ಯಾಕರಿಮೀಟರ್** (ಶರ್ಕರ ಮಾಪಕ) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ದ್ರವಗಳಂತೆ ಘನವಸ್ತುಗಳೂ ಕೂಡ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿನ ಸಮತಲವನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಅವು ತಿರುಗಿಸುವ ಕೋನ (θ) ವು ವಸ್ತುವಿನ ದಪ್ಪ(t), ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ,

$$_{t}S_{\lambda} = \frac{\theta}{t}$$

ತೀರ ತೆಳುವಾದ ಪೊರೆಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಈ ಸಾಧನವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಬೆಳಕಿನ ವ್ಯತಿಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಇದೇ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.

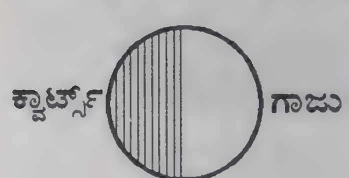
ಲಾರೆಂಟ್ ಅರ್ಧಮರೆ ಪೊಲಾರಿಮೀಟರ್

ಸಕ್ಕರೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಬಳಸುವ ಈ ಸಾಧನದ **ನಿರ್ಮಾಣದ ಮಾದರಿ** ಹೀಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 7.10

ಸೋಡಿಯಮ್ ದೀಪದಿಂದ ಪಡೆದ ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಪೀನ ಮಸೂರದ ನೆರವಿನಿಂದ ಸಮಾಂತರಗೊಳಿಸಿ, ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗ N_1 ಮೇಲೆ ಅಪಾತಗೊಳಿಸಬೇಕು. N_1 ನಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಅರ್ಧಮರೆ ವಸ್ತುವಿನ (H) ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅರೆವೃತ್ತೀಯ ಗಾಜಿನ ಮತ್ತು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನ ಫಲಕಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಊರ್ಧ್ವ ವ್ಯಾಸದ ಗುಂಟ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನ ದ್ಯುತಿ ಅಕ್ಷವು ಆ ಭಾಗದ ವ್ಯಾಸದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೇಲೆ ಸಮಾಂತರ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಮೂಲಕ ಹರಿದ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಪನಸಮತಲ ಸುತ್ತಿದರೆ, ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಸುತ್ತುವಿಕೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ಲೇಷಕದ ಪ್ರಧಾನ ಖಂಡ, ಅರ್ಧಮರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸಮತಲದೊಂದಿಗೆ ಸಮ್ಮಿತಿಗೊಂಡಿದ್ದಾಗ ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶಿಸುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಕಪ್ಪಗಿರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 7.11

ಅರ್ಧಮರೆ ಘಟಕವನ್ನು ಹಾಯ್ದು ಬೆಳಕು ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್ ನಳಿಕೆ (P) ಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಸಿಟ್ಟಿರುವ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿ ಗುಳ್ಳೆ ಇದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಕಿರಣಗಳ ಹಾದಿಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿಸಲು P ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬುಗುಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಂದ ಹಾಯ್ದು ಬೆಳಕು ವಿಶ್ಲೇಷಕ N_2 ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ಲೇಷಕಕ್ಕೆ ಭ್ರಮಣಕೋನ ಅಳೆಯಲು ನೆರವಾಗಲು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ (S) ಮತ್ತು ವರ್ನಿಯರ್ (V) ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಮರೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಅಂತಿಮ ಬೆಳಕನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ದೂರದರ್ಶಕ T ಇರುತ್ತದೆ.

ಕಾರ್ಯವೈಖರಿ

P ನಲ್ಲಿ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರು ತುಂಬಿದ್ದಾಗ ಅರ್ಧಮರೆಯ ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಒಂದೇ ರೀತಿಯದ್ದಾಗಿರುವಂತೆ N_2 ವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ, N_2 ನ ರೀಡಿಂಗ್ R_1 ಅನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಗೊತ್ತಾದ ತೂಕದ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು 100 ಮಿಲೀ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಸೋಸಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ದ್ರಾವಣ ಕಶ್ಮಲರಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ದ್ರಾವಣದ ಸಾರವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದು (C) P ಯ ಉದ್ದ (l) ಅನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣವನ್ನು P ಗೆ ತುಂಬಿ, ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ N_2 ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ, ಹಿಂದಿನಂತೆಯ ಅರ್ಧಮರೆಯ ಎರಡೂ ಖಂಡಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಎರಡನೇ ರೀಡಿಂಗ್ R_2 ಅನ್ನು ಪಡೆದು ಅದರಿಂದ ಭ್ರಮಣಕೋನ (θ) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

$S = \dfrac{\theta}{lc}$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ S ಅನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಏಕವರ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಾರಕ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೇಲೆ ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಳಿಸಿದಾಗ 37° ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

$$i_p + r = 90° \quad \therefore \quad i_p = 90 - r = 90° - (90° - 37°) = 53°$$

$n = \tan i_p = \tan 53° = 1.327$ **ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ = 1.327**

2. ವಜ್ರವೊಂದರ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲೆ 60° ಪತನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವೊಂದು ಆಪಾತಗೊಂಡಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು 20° ಇದ್ದಾಗ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನವೆಷ್ಟು ?

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60}{\sin 20} = \frac{0.8660}{0.3420} = 2.53$$

ಈಗ $\tan i_p = 2.53 \qquad \therefore \quad i_p = \tan^{-1}$

$\therefore \quad \boldsymbol{i_p = 68°27'}$

3. 100kg/m^3 **ಸಾರವುಳ್ಳ (*concentration*) 0.2m ಉದ್ದದ ದ್ರಾವಣವು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವನ್ನು 100° ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆ ಎಷ್ಟು ?**

$$S = \frac{\theta}{lc} \qquad \theta = 100°$$

$$100° = \left(\frac{\pi}{180} \times 100\right) rad \quad = 1.746$$

$$S = \frac{1.746}{0.2 \times 10} = 0.873 \qquad \left(l = 0.2\text{m},\ C = 10\text{kg/m}^3\right)$$

ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆ = **0.873** ***S.I*** **ಮಾನಗಳು**

4. 0.15m ಉದ್ದ ಹಾಗೂ 250kg/m^3 **ಸಾರದ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಾಗುವ ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ದ್ಯುತಿ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಮುಖ ವಿರುವಂತೆ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಹರಳು ಪರಿಣಾಮ ಶೂನ್ಯಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣೆ** $380\,\text{rad/m}\,\text{kgm}^{-3}$ **ಹಾಗೂ ದ್ರಾವಣದ್ದು 0.1 *S.I* ಮಾನಗಳು. ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನ ದಪ್ಪವೆಷ್ಟು ?**

ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ : $\theta = slc = 0.1 \times 0.15 \times 250 = 2.75\,\text{rad}$

ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ಗೆ : $S = \frac{\theta}{t} \quad \therefore t = \frac{\theta}{S} \qquad = \frac{3.75}{380} = 9.87\,\text{mm}$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು/ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣವೆಂದರೇನು ?
2. ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು ?
3. ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ

4. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಾವು ಪಡೆಯುವ ಬೆಳಕು ಯಾವ ಬಗೆಯದ್ದು.

5. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ಅಣು, ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಚದರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬೆಳಕು ನಮ್ಮನ್ನು ತಲಪಿದಾಗ ಅದರ ಭೌತಗುಣ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?

6. ದ್ವಿ-ವಕ್ರೀಭವನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾದ O ಮತ್ತು e ಕಿರಣಗಳಿಂದ ವಿವರ್ತನಾ ಪಟ್ಟೆ ಪಡೆಯಬಹುದೆ ?

7. ಬೆಳಕು ಅಡ್ಡಲೆರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ದೊರೆತದ್ದು ಹೇಗೆ ?

8. ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕರಣವೆಂದರೇನು ?

9. ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲ ಮತ್ತು ಕಂಪನ ಸಮತಲಗಳೆಂದರೇನು ?

10. ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಪ್ರತೀಕವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

11. ಅಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಪ್ರತೀಕವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

12. ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ಸ್ಫಟಿಕದ ಉಪಯೋಗವೇನು ?

13. ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಮತ್ತು ಕಂಪನ ಸಮತಲಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

14. ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಸದಿಶ $\vec{E}$ ಹೇಗೆ ಆಂದೋಲಿಸುತ್ತದೆ ?

15. ವರ್ತುಲೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಪಡೆಯಲು $\vec{E}$ ಹೇಗೆ ಕಂಪಿಸಬೇಕು ?

16. ಎಲಿಪ್ಸೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಪಡೆಯಲು $\vec{E}$ ಹೇಗೆ ಕಂಪಿಸಬೇಕು ?

17. ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಪಡೆಯಲು ಬಳಸುವ ನಾಲ್ಕು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

18. ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನವೆಂದರೇನು ?

19. ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

20. ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಪನವು ಪತನಕಿರಣದ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಯಾವರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ?

21. ಬೆಳಕು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹಾಗೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನವೆಷ್ಟು ?

22. ಬೆಳಕು ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದತ್ತ ಸಾಗಿದಾಗ ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವನ್ನು $n = \tan i_p$ ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಅದೇ ಬೆಳಕು ಸಾಂದ್ರ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ವಿರಳ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಹರಿದಾಗಿನ ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವೇನು ?

23. ದ್ವಿ-ವಕ್ರೀಭವನವೆಂದರೇನು ? ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

24. ಸ್ಫಟಿಕದ ದ್ಯುತಿ ಅಕ್ಷವೆಂದರೇನು ?
25. ಏಕಾಕ್ಷ ಸ್ಫಟಿಕಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
26. ದ್ವಿಅಕ್ಷ ಸ್ಫಟಿಕಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
27. ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗವೆಂದರೇನು ?
28. ಡೈಕ್ರೊಯಿಸಮ್ ಎಂದರೇನು ?
29. ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ಎಂದರೇನು ?
30. *H*-ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ ?
31. *K*-ಪೋಲರಾಯ್ಡ್ ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತರೆ ?
32. ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ನ ಉಪಯೋಗ ತಿಳಿಸಿ.
33. ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವ ಎಂದರೇನು ?
34. ದಕ್ಷಿಣಾವರ್ತಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?
35. ವಾಮಾವರ್ತಕವೆಂದರೇನು ?
36. ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗವನ್ನು ಬಳಸುವ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
37. ಹೀರಿಕೆಯ ಗುಣಪಡೆದಿರುವ ಬಣ್ಣದ ಗಾಜಿರುವಾಗ ಪೋಲರಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡಕಕ್ಕೆ ಯಾಕೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ?
38. ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕಿನ ಸಮತಲವನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಏನೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ ?
39. ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.
40. ವಕ್ರೀಭವನ ಬೆಳಕು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆಯೇ ?

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕೆಂದರೇನು ? ಪ್ರತಿಫಲನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು ? ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕಕ್ಕೂ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ಬ್ರೂಸ್ಟರ್ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು ? ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ.
4. ದ್ವಿವಕ್ರೀಭವನದಿಂದಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

5. ಡೈಕ್ರೋಯಿಸಮ್ ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

6. ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವವೆಂದರೇನು ? ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ, ಅದರ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ. ಧ್ರುವೀಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

7. ಮಾದರಿ ಚಿತ್ರದೊಡನೆ ಲಾರೆಂಟ್ ಅರ್ಧಮರೆ ಪೊಲಾರಿಮೀಟರ್ ವಿವರಿಸಿ.

8. ಗಾಜೊಂದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ 1.66 ಅದರ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನವೆಷ್ಟು ?

(58°)

9. ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕು ಪಾರಕ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೇಲೆ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗಿನ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ 37° ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

(1.32)

10. $60 kgm^{-3}$ ಸಾರವುಳ್ಳ 0.3 m ಉದ್ದದ ದ್ರಾವಣವು ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವನ್ನು 15° ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ. ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ ಎಷ್ಟು ?

(0.01453 *S.I* ಮಾನಗಳು)

11. ಸುಕ್ರೋಸ್ ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಾಮಕವು 0.01 *S.I* ಮಾನಗಳು. 0.3 m ಉದ್ದದ ದ್ರಾವಣವು 10° ಗಳಷ್ಟು ದ್ಯುತಿಪಟುತ್ವ ಉಂಟುಮಾಡಿದರೆ ದ್ರಾವಣದ ಸಾರವೆಷ್ಟು?

$\left(58.2\,kgm^{-3}\right)$

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ನಾಲ್ಕು ಅಥವಾ ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

೮. ಬೆಳಕಿನ ಜವ(ವೇಗ)

ಪೀಠಿಕೆ

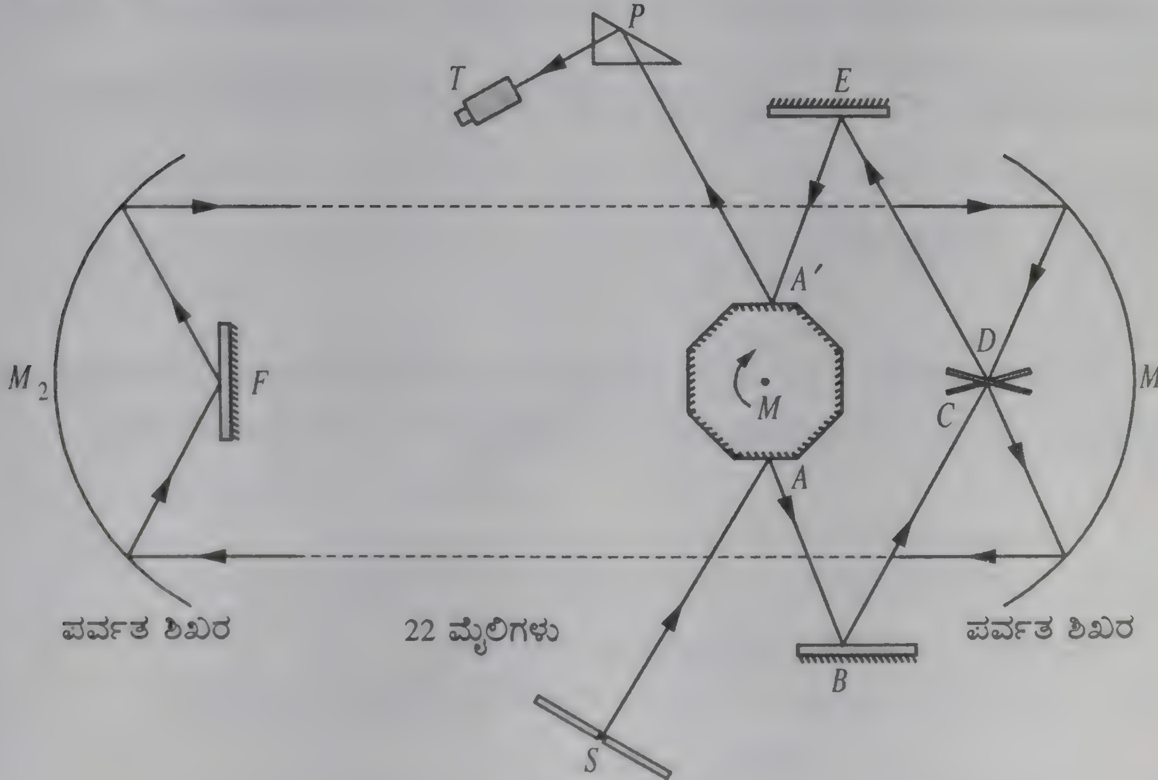
ಬೆಳಕು ; ದೃಷ್ಟಿ ಸಂವೇದನೆ ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರುವ ಸರಿಸುಮಾರು 400nm (ಅತಿನೇರಿಳೆ) ನಿಂದ 780nm (ಅತಿರಕ್ತ) ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಅಲೆಯುದ್ದಗಳಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣ. ನಿರ್ದ್ರವ್ಯ ಆಕಾಶದ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಇತರ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳು ಚಲಿಸುವ ಜವ(ವೇಗ) ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದ ಹಾಗೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಗುಣ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಇದರ ನಿಖರವಾದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಅನೇಕ ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ಇದರ ಮೌಲ್ಯ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 2,99,792.458 ಮೀಟರ್‌ಗಳು. ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಮೀರುವ ಬೇರೆ ಯಾವ ವೇಗವೂ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿಲ್ಲ !

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಗಂಭೀರ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದವರಲ್ಲಿ **ಗೆಲಿಲಿಯೋ**ಗೆ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ. ಅವನು 1638ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ "ಎರಡು ಹೊಸ ವಿಜ್ಞಾನಗಳು - *Two new sciences*" ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಇದು ದಾಖಲಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಮಾನವರು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಂವೇದನಾವಧಿ ತೀರ ಜಾಸ್ತಿ ; ಹೀಗಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ತುಂಬಾ ಜಾಸ್ತಿ ಎಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಬರಬಹುದೆಂದು ಆತ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಸಾಂತ (*finite*) ವೇ ಅಥವಾ ಅನಂತ (*infinite*) ವೇ ಎಂಬ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬರುವುದು ಗೆಲಿಲಿಯೋಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ.

ಗುರುಗ್ರಹದ ಚಂದ್ರ **ಅಯೊ**ದ ಗ್ರಹಣದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ **ರೋಮರ್** ಎಂಬ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಭೂಮಿಯ ಕಕ್ಷೆಯ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ಬೆಳಕಿಗೆ 22 ನಿಮಿಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದ. ಮುಂದೆ 1729ರಲ್ಲಿ **ಜೇಮ್ಸ್ ಬ್ರಾಡ್ಲಿ** ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ **ವಿಪಥನ**ವನ್ನು (*aberration*) ಲೆಕ್ಕಿಸಿದ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಹಾಗೂ ಭೂಕಕ್ಷಾವೇಗ ಇವುಗಳ ಸಂಯುಕ್ತಫಲವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಕನ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರದ ನಿಜಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಪಲ್ಲಟನೆಗೆ ವಿಪಥನ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಬ್ರಾಡ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ರೋಮರ್ ಮಾಡಿದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿತು.

1849ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಅರ್ಮಂಡ್ ಫೀರ್ಝೊ (1819-96) ಮೊತ್ತಮೊದಲಿಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಹಲ್ಲುಗಳಿರುವ ಚಕ್ರ ಹಾಗೂ ಕನ್ನಡಿ ಬಳಸಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಸಾಧನವನ್ನು ಉಪಜ್ಞಿಸಿದ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ $3.13 \times 10^8 ms^{-1}$ ಎಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿದವನು ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಫೊಕೊ. ಈ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಸಮರ್ಥ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದವರು, ಅಮೆರಿಕನ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ, ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಎ. ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ (1852-1931). ಸುಮಾರು 50 ವರ್ಷಗಳ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಈಗ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಮಹತ್ವವಿದೆ. ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯವಾಗಿ ಮೀಟರ್‌ನ ಅಳತೆಗೆ ಬೆಳಕು $\left\{\frac{1}{299792458}\right\}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ದೂರವನ್ನು ಮಾನವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ನಿರ್ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಜವ 2.99792458×10^8 m/s. ಇದರ ಪ್ರತೀಕ c

ಮೈಕೆಲ್ಸನ್ ಪ್ರಯೋಗ



ಚಿತ್ರ 8.1

ಮೈಕೆಲ್ಸನ್ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ್ದು 1878ರಲ್ಲಿ. 1923ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ 22 ಮೈಲಿಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಗಿರಿಶಿಖರಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಆಯ್ದುಕೊಂಡರು. ಗಿರಿಶಿಖರಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾಗಿ ಮೋಜಣಿ ಮಾಡಿದ್ದು ಒಂದು ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿ ಪ್ರಯತ್ನ. ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲು ಒಂದು ಅಷ್ಟಮುಖಿ ಸುತ್ತಬಲ್ಲ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಬಳಸಿದರು.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ M_1 ಮತ್ತು M_2 ಎರಡು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣಗಳು. 22 ಮೈಲಿಗಳು (35.2km) ಅಂತರದ ಗಿರಿಶಿಖರಗಳ ಮೇಲೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಇಡಲಾಗಿತ್ತು. M_1 ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸುತ್ತುವ ಅಷ್ಟಮುಖಿ ಕನ್ನಡಿ M ಇರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ. ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಖರವಾದ ಚಾಪದೀಪ (*are lamp*) ದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು S ಕಿಂಡಿಯನ್ನು ಹಾದು ಅಷ್ಟಮುಖಿ ಕನ್ನಡಿಯ A ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕನ್ನಡಿಗಳಾದ B ಮತ್ತು C ಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು, M_1 ಮೇಲೆ ಅಪಾತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಬೆಳಕು ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ M_2 ಮೇಲೆ ಅಪಾತಗೊಂಡ ನಂತರ ಅದರ ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ F ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣವು M_2 ನಿಂದ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು, 22 ಮೈಲಿ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿ ಮತ್ತೆ M_1 ಮೇಲೆ ಅಪಾತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಕಿರಣವು D, E ಮತ್ತು ಅಷ್ಟಮುಖಿಯ A' ನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಗ್ರಾಹಕ ದೂರದರ್ಶಕ T ತಲಪುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ.

ಅಷ್ಟಮುಖಿ ದರ್ಪಣ M ಪ್ರತಿಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ f ಸಂಖ್ಯೆಯಷ್ಟು ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಅದು $\frac{1}{8}$ ರಷ್ಟು ಸುತ್ತುಬರಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ t ಆಗಿರಲಿ.

ಹೀಗಾದಾಗ, $$t = \frac{1}{8f} \qquad \text{... (1)}$$

A ಯಿಂದ ಹೊರಟು A' ಗೆ ಬರಲು ಅದು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಒಟ್ಟುದೂರ d ಎಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ($22 \times 2 = 44$ ಮೈಲಿಗಳು) ಬೆಳಕಿನ ಜವ c ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ,

$$t = \frac{d}{c} \qquad \text{... (2)}$$

ಸಮೀಕರಣ (1) ರಲ್ಲಿ t ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ,

$$\frac{1}{8f} = \frac{d}{c} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad c = 8fd \qquad \text{... (3)}$$

ಅಷ್ಟಮುಖಿ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಅದರ ಆವೃತ್ತಿ (f) ಯನ್ನು ಆವರ್ತದರ್ಶಕ (*stroboscope*) ಬಳಸಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. d = 44 ಮೈಲಿಗಳು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಮೈಕೆಲ್ಸನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೌಲ್ಯ ; $c = 2.99796 \pm 4\ \text{kms}^{-1}$

ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ

1. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣದ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕತೆಯನ್ನು ಅರಿಯಲು ಇದು ನೆರವು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳವರೆಗೆ ಎಲ್ಲದರ ವೇಗ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು ವಿಶೇಷ.

2. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ನಿಯತವಾದ್ದರಿಂದ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಇದು ಸಹಕಾರಿ. ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರ ನಡುವಿನ ದೂರ ಪ್ರತಿವರ್ಷ 3.8 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆಂದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು ಸ್ಥಾಪಿಸಿರುವ ಮೂಲೆ ಘನ ಕನ್ನಡಿಗಳಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ವಿನೂತನ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

3. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ಚಲನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವೆಂದು ನಂಬಿದ್ದ ಈಥರ್ ಅನಗತ್ಯವೆಂದು ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.

4. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿಯ ಸಮಸ್ತ ಕಾಯಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ದೂರಸರಿಯುತ್ತಿವೆ ಎಂಬ ವ್ಯಾಕೋಚಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಶ್ವದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಸಾಧ್ಯವಾದದ್ದು ಬೆಳಕಿನ ಜವವು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಆಕರದಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ವೀಕ್ಷಕನಿಂದಾಗಲೀ ಪ್ರಭಾವಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಿಂದ.

5. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮಹಾನ್ ಚಿಂತಕ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಪ್ರವರ್ತಕರಲ್ಲಿ, ಒಬ್ಬರಾದ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮಂಡಿಸಿದ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ತಳಹದಿಯೇ ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ಮಾಹಿತಿ. (*a*) ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿ ಅದರ ವೇಗದ ಫಲನ (*b*) ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ (*c*) ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಉದ್ದ ಸಂಕೋಚಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಲ ವ್ಯಾಕೋಚಿಸುತ್ತದೆ !
   ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ವಿಸ್ಮಯಕಾರಕವಾದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಇಂಬು ನೀಡಿದ್ದೆ, ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ತಿಳಿವಳಿಕೆ.

6. ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ c ಯ ಪಾತ್ರ ಮಹತ್ವದ್ದು ; $n = \frac{c}{v}$

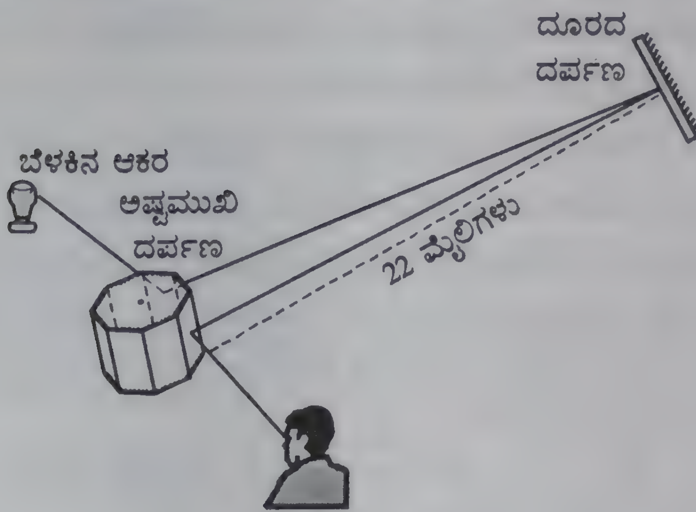
   ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಆವೃತ್ತಿ (ν) ಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲು, $\nu = \frac{c}{\lambda}$

   ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳ ಸಮಾನತೆ, $E = mc^2$ ಫೋಟಾನ್‌ನ ಸಂವೇಗ $p = \frac{h\nu}{c}$;

   ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ವಿಶೇಷ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಲು ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ತಿಳಿವು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ಗಮನಿಸಿ : ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವೇಗ (*velocity*) ಒಂದು ಸದಿಶ. ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ವೇಗ ಮತ್ತು ಜವ (*speed*) ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಸಮಾನವಾದ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅದರ ವೇಗ ಒಂದು ಅದಿಶ (*scalar*).

7. ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸರಳೀಕರಣಗೊಂಡ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳಲು ಸುಲಭವಾಗಲೆಂದು (ಚಿತ್ರ 8.2) ಈ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 8.2

ಅಭ್ಯಾಸ

1. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪದಾರ್ಥವು ಮುಕ್ತದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಂತ ವೇಗದ ಮಿತಿ ಎಷ್ಟು ?
2. ಬೆಳಕಿನ ಜವವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದ್ದ ತೊಂದರೆ ಯಾವುದು ?
3. ಬೆಳಕಿನ ಜವವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಅಡಚಣೆಯಾಗಿದ್ದ ಮುಖ್ಯ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ ನಿವಾರಿಸಿಕೊಂಡದ್ದು ಹೇಗೆ ?
4. ಬೆಳಕಿನ ಜವವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ ಬಳಸಿದ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು ?
5. ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ಅಳತೆಯ ನಿಖರತೆ ಯಾವ ಅಳತೆಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದೆ ?
6. ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ಅಳತೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ ?
7. ನಿರ್ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಜವವೆಷ್ಟು ?
8. ನಿರ್ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಜವವು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಭೌತ ಸಂಗತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಹೇಗೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ ?
   a) ಅಲೆಯುದ್ದ, *b*) ಆವೃತ್ತಿ, *c*) ತೀವ್ರತೆ, *d*) ಆಕರದ ಜವ, *e*) ವೀಕ್ಷಕನ ಜವ.
9. ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ c ಯ ಪಾತ್ರವೇನು ?
10. ಬೆಳಕಿನ ಜವದ ಎರಡು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಅಂಕದ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳುತ್ತಾರೆ.

ವಿಭಾಗ ೩

ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು

೯. ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗಳು

ಆವೇಶದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ

ಗ್ರೀಕರ ಪ್ರಾಚೀನ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರಣೆಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಣ್ಣೆ ಅಥವಾ ತುಪ್ಪಳಗಳೊಂದಿಗೆ ಉಜ್ಜಿದ ಶಿಲಾರಾಳ (amber) ಕಾಗದದಂತಹ ಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ. ರೇಷ್ಮೆಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದ ಗಾಜಿನ ತುಂಡು ಹಗುರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿ, ಈ ವರ್ತನೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿದೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಿದವನು ಸರ್ ವಿಲಿಯಂ ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್ (1540-1603). ವಸ್ತುಗಳ ಈ ಪ್ರವೃತ್ತಿಗೆ **ವಿದ್ಯುತ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಅಂಬರನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

> **ಸರ್ ವಿಲಿಯಂ ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್ (1540-1603)** ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ರಾಣಿ ಎಲಿಜಬತ್‌ಳ ಆಸ್ಥಾನ ವೈದ್ಯ. ತತ್ವಜ್ಞಾನಿ ಹಾಗೂ ಸಂಶೋಧಕ. ಈತ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರೌಢ ಗ್ರಂಥ (De Magnate)ವನ್ನು **1699**ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ. ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿರುವ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಗ್ರಂಥವಿದು.

ಸುಮಾರು ಒಂದು ಶತಮಾನದ ನಂತರ ಡುಫೇ, ವಿದ್ಯುತ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಆವೇಶಗಳಿವೆ (charges) ಎಂದು ಹೇಳಿದನು. ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಬೆಂಜಮಿನ್ ಫ್ರಾಂಕ್ಲಿನ್ (1760-90) ಗಾಜಿನ ದಂಡದ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಆವೇಶಕ್ಕೆ **ಧನ** ಹಾಗೂ ಬಿರುಸು ರಬ್ಬರ್ ದಂಡದ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಆವೇಶಕ್ಕೆ **ಋಣ** ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದನು.

ದಂಡದ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಈ ಆವೇಶಗಳು ಬಹಳ ಸಮಯದವರೆಗೆ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಅವು ಅಲ್ಲಿಂದ ತಾವಾಗಿಯೇ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾಯಿ-ವಿದ್ಯುತ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. **ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಎಂದು ಹೆಸರು.**

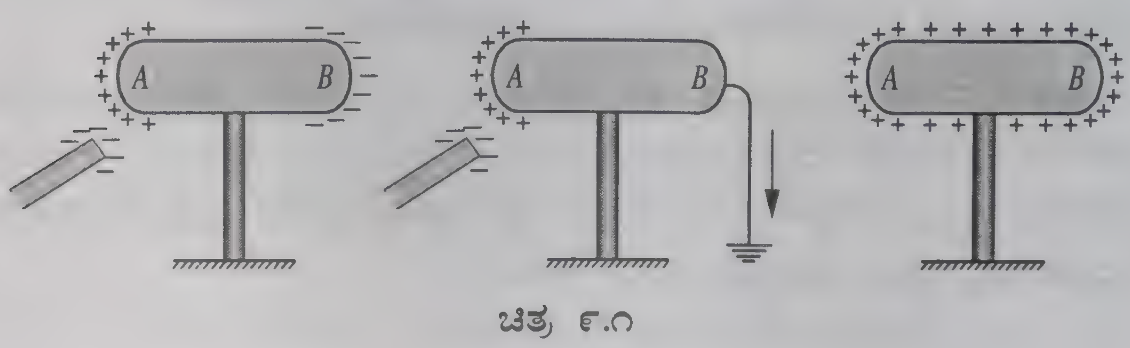
ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ವಾದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ಪ್ರೋಟಾನು ಹಾಗು ವಿದ್ಯುದಾವೇಶರಹಿತ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವಿರುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಕ್ಕೆ ಸಮ. ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಒಟ್ಟಾರೆ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣ.

ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದರೆ ಅದೊಂದು ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ಕಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಬಿರುಸು ರಬ್ಬರ್ ದಂಡವನ್ನು ತುಪ್ಪಳ ಚರ್ಮದೊಂದಿಗೆ ಉಜ್ಜಿದಾಗ, ತುಪ್ಪಳ ಚರ್ಮದೊಳಗಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ರಬ್ಬರ್ ದಂಡಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ರಬ್ಬರ್ ದಂಡ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಹಾಗೂ ತುಪ್ಪಳ ಚರ್ಮ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಗಾಜಿನ ದಂಡವನ್ನು ರೇಷ್ಮೆ ಬಟ್ಟೆಗೆ ಉಜ್ಜಲು ಗಾಜು ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಹಾಗೂ ರೇಷ್ಮೆ ಬಟ್ಟೆ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. **ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಸದೇನೂ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗದೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮಾತ್ರವಾಗುತ್ತದೆ.**

ವಿದ್ಯುದೀಕರಣ

ಒಂದು ಕಾಯವನ್ನು ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ, ವಹನ (conduction)ದಿಂದ ಮತ್ತು ಪ್ರೇರಕತೆ (induction)ಯಿಂದ ವಿದ್ಯುದೀಕರಿಸಬಹುದು.

AB ಯು ಒಂದು ವಾಹಕ. ಇದನ್ನು ಒಂದು ಅವಾಹಕ ಸ್ಟಾಂಡಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. (ಚಿತ್ರ 9.1). ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ಕಾಯವನ್ನು *A* ತುದಿಯ ಸಮೀಪ ತಂದಾಗ *A* ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು *B* ಅಂಚಿನೆಡೆಗೆ ವಿಕರ್ಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರ



ಚಿತ್ರ ೯.೧

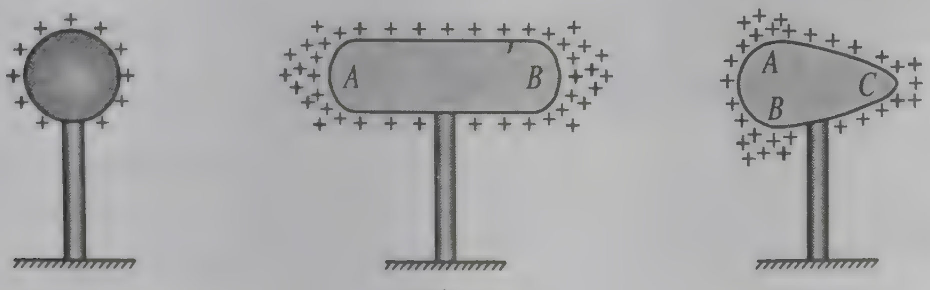
ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ *A* ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಹಾಗೂ *B* ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ *B* ಅಂಚನ್ನು ಭೂಸಂಪರ್ಕ ಮಾಡಿದರೆ ಅಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಆವೇಶವುಳ್ಳ ಕಾಯವನ್ನು *A* ನಿಂದ ದೂರ ಸರಿಸಿದರೆ ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಧನ ಆವೇಶವು ವಾಹಕದ ಎಲ್ಲೆಡೆಗೂ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ.

ವಾಹಕ ಮತ್ತು ಅವಾಹಕಗಳು (Conductors and Insulators) : ಆವೇಶವು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಕಾಯಗಳಿಗೆ ವಾಹಕಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲ ಲೋಹಗಳು ವಾಹಕಗಳು. ಇವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿಫುಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಆವೇಶವು ಪ್ರವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಕಾಯಗಳಿಗೆ ಅವಾಹಕಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆ-ಎಬೋನೈಟ್, ಕಾಗದ, ಗಾಜು, ರಬ್ಬರ್, ಮೈಕಾ, ಬೇಕಲೈಟ್, ಒಣಗಾಳಿ ಮುಂತಾದವುಗಳೆಲ್ಲ ಅವಾಹಕಗಳು. ಅವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ದೃಢವಾಗಿ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಾಗುವ ಆವೇಶ ವಿತರಣೆ

ವಾಹಕಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಆವೇಶದ ವಿತರಣೆ ಅವುಗಳ ಆಕಾರವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಗೋಲಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಆವೇಶದ ವಿತರಣೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಸಮಾನ ವಕ್ರತಲದ ಕಾಯಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಆವೇಶದ ವಿತರಣೆ ಅಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 9.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೯.೨

ವಾಹಕಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿನ ಆವೇಶದ ವಿತರಣೆಯನ್ನು ಅಲ್ಲಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಆವೇಶದ ವಿತರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಆ ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿರುವ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ. **ಮೇಲ್ಮೈನ ಆವೇಶ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಮೇಲ್ಮೈನ ವರ್ಗದ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.** ಆದ್ದರಿಂದ ವಾಹಕದ ವಕ್ರತೆ ಅಧಿಕವಿದ್ದಂತೆ, ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ಆವೇಶದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. (ಮೇಲ್ಮೈಯ ವಕ್ರತೆ ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯದ

ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ).

ಆದ್ದರಿಂದ ಮೊನಚಾದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಆವೇಶ ಸಂಗ್ರಹ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಇಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಆವೇಶವು ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಮೊನಚಾದ ಭಾಗಗಳು ಇರಕೂಡದು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಮಿಂಚಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಎತ್ತರದ ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೆ ಆಗಬಹುದಾದ ಹಾನಿಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು, ಲೋಹದ ಮೊನಚಾದ ಸಂರಕ್ಷಕಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುರುತ್ತಾರೆ.

ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮ

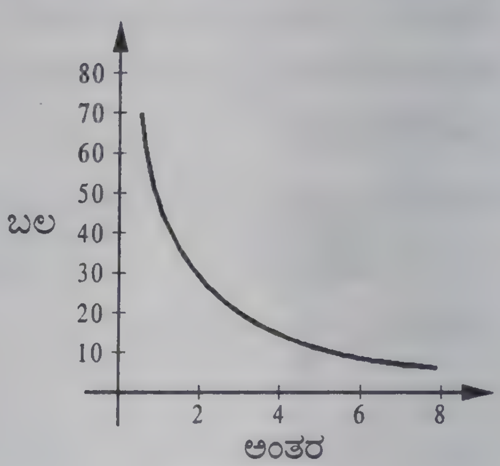
1785 ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಕೂಲಂಬ್, ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ವಿಕರ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

"ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಆಕರ್ಷಣ ಅಥವಾ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಆ ಆವೇಶಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಅನುಲೋಮಾನುಪಾತವಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ". ಇದಕ್ಕೆ ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮವೆಂದು ಹೆಸರು.

q_1 ಮತ್ತು q_2 ಆವೇಶವಿರುವ ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ d ಆಗಿರಲಿ. ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ವರ್ತಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ f ಆಗಿದ್ದಾಗ ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ

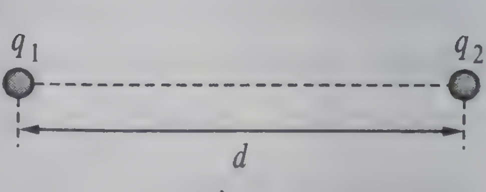
$$f \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

ಅಥವಾ $$f = k.\frac{q_1 q_2}{d^2}$$



ಚಿತ್ರ ೯.೩

ಇಲ್ಲಿ k ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ. ಇದು (i) ಆವೇಶಗಳಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮ ಹಾಗೂ (ii) ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಏಕಮಾನವನ್ನ ವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. CGS ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ $k = 1$ (ವಾಯು ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತಗಳಲ್ಲಿ). ಇದರ ಅರ್ಥ, ಆವೇಶಗಳು ನೆಲಸಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಯನ್ನೂ ಈ ಬಲ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೯.೪

SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ವಾಯು ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

ಇಲ್ಲಿ ε_0 - ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ (Permittivity of free space).

$$f = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1 q_2}{d^2}$$

ಈ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಸದಿಶ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$\vec{f}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1 q_2}{d^2}\hat{d}_{21} \text{ ಮತ್ತು } \vec{f}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1 q_2}{d^2}\hat{d}_{12} \quad \ldots 9.1$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ $\hat{d}$ ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ

ಮುಕ್ತ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ $\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$

$$\therefore \qquad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cong 9\times10^9\ Nm^2C^{-2}$$

$$f = 9\times10^9 \times \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

f ಬಲವು ಆವೇಶ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಸಜಾತೀಯ ಆವೇಶಗಳು ವಿಮುಖವಾಗಿ ಹಾಗೂ ವಿಜಾತೀಯ ಆವೇಶಗಳು ಅಭಿಮುಖವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

ಆವೇಶದ ಮಾನ : SI ಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಆವೇಶದ ಮಾನ **ಕೂಲಂಬ್**

ಪ್ರತೀಕ C ಕೂಲಂಬ್

$$f = 9\times10^9 \times \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$q_1 = q_2 = q$, ಮತ್ತು $f = 9\times10^9$ N ಆಗಿದ್ದಾಗ $q = 1$ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವೇ ಕೂಲಂಮ್. ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ $d = 1$m .

ಶೂನ್ಯ ಅಥವಾ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಆವೇಶವು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ತದ್ರೂಪದ ಇನ್ನೊಂದು ಆವೇಶವನ್ನು 9×10^9 ನ್ಯೂಟನ್ ಬಲದಿಂದ ವಿಕರ್ಷಿಸಿದರೆ ಆ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಕೂಲಂಬ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಕೂಲಂಬ್ ತನ್ನ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ತಾನೆ 1777ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ಟಾರ್ಷನ್ ತ್ರಾಸಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಧೃಢೀಕರಿಸಿದರು. ಆಶ್ಚರ್ಯವೆಂದರೆ ಇವನಿಗೂ ಮೊದಲೇ ಹೆನ್ರಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ (1731 - 1810) ಎಂಬ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಆತ ತಾನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಸತ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಕಟಪಡಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಆತನು ಮರಣ ಹೊಂದಿದ ಅರ್ಧ ಶತಮಾನದ ತರುವಾಯ ಹಸ್ತಪ್ರತಿ ದೊರೆಯಿತು.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ - (ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ)

ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಪರಸ್ಪರ d ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ

$$f = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

ಅವೇ ಎರಡು ಬಿಂದುಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲ ಬೇರೆ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವಾಗ

$$f_m = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$$ ε = **ವಸ್ತುವಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ**

$$\therefore \quad \frac{f}{f_m} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \varepsilon_r = k$$

$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ ಇದನ್ನು ಆ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ

ಅಥವಾ ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯಂತಾಂಕವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಾಯು ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತವನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ k ಬೆಲೆಯು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ ($k > 1$). ಆದ್ದರಿಂದ ಇನ್ನಾವುದೇ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿನದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಕಾಗದಕ್ಕೆ $k = 3.5$, ನೀರಿಗೆ $k = 78$, ಬೇಕಲೈಟೆಗ್ $k = 48$ ಇತ್ಯಾದಿ.

$$|\varepsilon| = \frac{[\text{ವಿದ್ಯುತ್ತು} \times \text{ಕಾಲ}]^2}{[\text{ಬಲ}][\text{ದೂರ}]^2} = \frac{[AT]^2}{[MLT^{-2}][L^2]}$$

$$= [M^{-1}L^3T^4A^2]$$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಎಂದರೇನು ?
2. ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಎಂದು ಮೊದಲಿಗೆ ಯಾರು ಕರೆದರು ?
3. ಋಣ ಅಯಾನು ಹಾಗೂ ಧನ ಆಯಾನುಗಳು ಹೇಗೆ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ?
4. ವಿದ್ಯುದೀಕರಣವೆಂದರೇನು ?
5. ಎಸ್ಐ ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶದ ಏಕಮಾನದ ಹೆಸರೇನು ?
6. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಆವೇಶವೆಷ್ಟು ?
7. ಆವೇಶವು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೇನು ?
8. ಆವೇಶವು ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣಗೊಂಡಿದೆ ಎಂದರೇನು ?
9. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
10. ಮುಕ್ತ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಯ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ?
11. ನಿರಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ ಎಂದರೇನು ?
12. ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ ಎಂದರೇನು ?
13. ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಯು ಮುಕ್ತ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.
14. ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಗಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಸರೇನು ?
15. ಗಾಜನ್ನು ರೇಶ್ಮೆಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗೊಳಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
2. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಣೆ ಸಹಿತ ಬರೆಯಿರಿ.
3. ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಯ ಭೌತಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಸದಿಶರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆದು ಏಕಮಾನ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ.
5. ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮದ ಇತಿ-ಮಿತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
7. ನಿರಪೇಕ್ಷ ಹಾಗೂ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

8. ಒಂದು ಕೂಲಂಬ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶ ಪಡೆಯಲು ಎಷ್ಟು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ?

9. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ ನ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಮಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

10. ε_0 ನ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

11. ಒಂದು ಸಾಧಾರಣ ತಟ್ಟೆಯಿಂದ 10^9 ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದಾಗ ತಟ್ಟೆಯ ಆವೇಶದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಷ್ಟು ?

12. ಮೋಡಗಳು ಹೇಗೆ ಆವೇಶಭರಿತವಾಗುತ್ತವೆ ?

13. ಒಂದು ಆವೇಶ Q ಅನ್ನು q ಮತ್ತು $(Q - q)$ ಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡ ಎರಡೂ ವಿಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣೆ ಗರಿಷ್ಠವಾಗಬೇಕಾದರೆ Q ಮತ್ತು q ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಏನಾಗಿರಬೇಕು ?

14. ಪಾದರಸದ 64 ಸಣ್ಣ ಹನಿಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯ r ಮತ್ತು ಆವೇಶ q ಆಗಿದೆ. ಅವುಗಳು ಜೊತೆಗೂಡಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹನಿಯಾದಾಗ ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ದೊಡ್ಡ ಹನಿಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಆವೇಶ ಸಾಂದ್ರತೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

15. ಒಂದು ಸಮಬಾಹು ತ್ರಿಭುಜದ ಮೂರು ಶೃಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳಿವೆ. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮ ಒಂದನ್ನೇ ಬಳಸಿದಾಗ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೇ ?

೧೦. ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ

ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ :

ಸ್ಥಾಯಿವಿದ್ಯುತ್ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ, ದ್ವಿಧ್ರುವಪರಿಕಲ್ಪನೆ, ಮಾಧ್ಯಮದ ಧ್ರುವೀಕರಣ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ, ಬಲರೇಖೆಗಳು, ಫ್ಲಕ್ಸ್, ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯ, ಪ್ರಮೇಯದ ಅನ್ವಯಗಳು, ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸ್ಥಾಯಿವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ

ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ಪ್ರಭಾವವಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಬಲದ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಕ್ಕೆ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಬಲವಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಬಲವೆಂದು ಹೆಸರು.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟ ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಏಕಮಾನ ಧನಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸದಿಶ ಪರಿಮಾಣ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯ q ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ f ಬಲವು ವರ್ತಿಸಿದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ,

$$E=\frac{f}{q}\ \mathrm{NC^{-1}} \quad \text{ಸದಿಶ ರೀತ್ಯಾ,} \quad \vec{E}=\frac{\vec{f}}{q}Nc^{-1}$$

ಧನ ಆವೇಶದ ಮೇಲಿನ ಬಲವು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಋಣ ಆವೇಶದ ಮೇಲಿನ ಬಲವು ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಆವೇಶದ ಮೇಲಿನ ಕ್ಷೇತ್ರಬಲ ಎಲ್ಲ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಮವಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲವಾದರೆ

ಅದು ಅಸಮ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ.

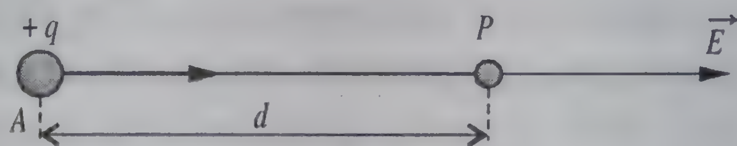
ಒಂದು ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಅದರೊಳಗಿನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ವಿಸ್ಥಾಪನೆ (displacement) ಗಷ್ಟೇ ಎಡೆಮಾಡಿ ಅದರ ನಿವ್ವಳ ಹರವಿಗೆ ಎಡೆಮಾಡದೆ ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವಾಹಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಪದಾರ್ಥವೇ ಡೈ - ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್.

ಒಂಟಿ ಬಿಂದು ಆವೇಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ

(Electric intensity due to an isolated point charge)

ಚಿತ್ರ 10.1ರಲ್ಲಿ, P ಬಿಂದುವು A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ q ಧನ ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ಆವೇಶವಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲವು, ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ

$$f = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q\times 1}{d^2}$$



ಚಿತ್ರ ೧೦.೧

ಇದು AP ಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

$\therefore$ P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ

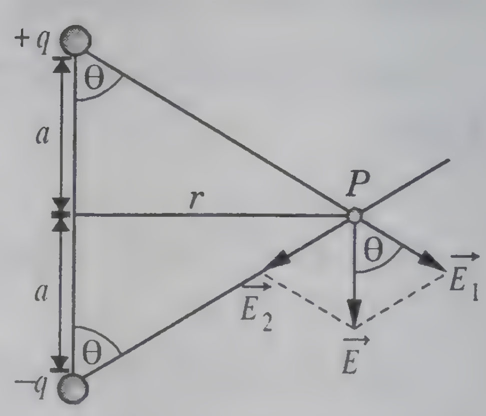
$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{d^2}\,\mathrm{NC}^{-1}$$ ಬೇರೆ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ $$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\,\frac{q}{d^2}\,\mathrm{NC}^{-1}$$

ಸದಿಶರೀತ್ಯಾ, $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\frac{q}{r^2}\right\}\hat{r}$ ಇಲ್ಲಿ $\hat{r}$ ಏಕಮಾನ ಸದಿಶ

ದ್ವಿಧ್ರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ

ಅಲ್ಪಾಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಸಮ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧ ಆವೇಶಗಳು ವೈದ್ಯುತ (Electric) **ದ್ವಿಧ್ರುವವನ್ನು** (dipole) **ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ.**

ಚಿತ್ರ 10.2ರಲ್ಲಿ ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ $2a$, P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯು $\vec{E_1}$ ಮತ್ತು $\vec{E_2}$ ಗಳ ಸದಿಶ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೨

$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} \ldots$

ಸದಿಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣ :

$$E_1 = E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{q}{\left(a^2 + r^2\right)} \text{ ಮತ್ತು } E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2qa}{r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$$

... (2)

$E = 2E_1 \cos\theta$. ಇಲ್ಲಿ $\cos\theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}$ ಮೇಲಿನ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು

E ನ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಬಹುದು.

$$E = \frac{2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{\left(a^2 + r^2\right)}\frac{a}{\left(a^2 + r^2\right)^{1/2}} = \frac{2aq}{4\pi\varepsilon_0\left(a^2 + r^2\right)^{3/2}}$$

$r >> a$ ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಛೇದದಲ್ಲಿರುವ a^2 ಅನ್ನು ಉಪೇಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

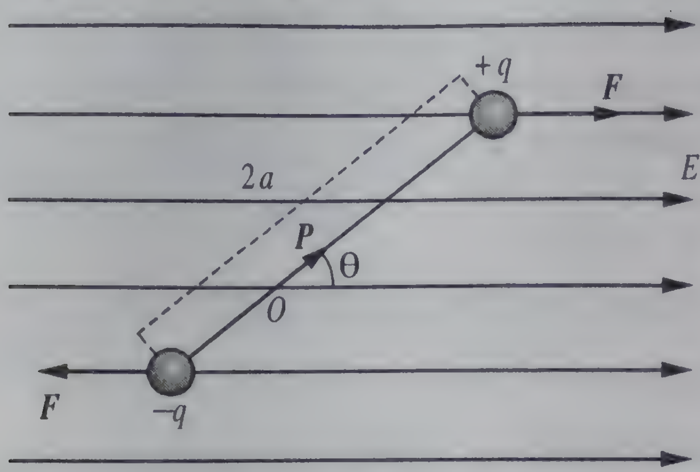
ಹೀಗಿದ್ದಾಗ $E \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(2a)q}{r^3}$ ... (3)

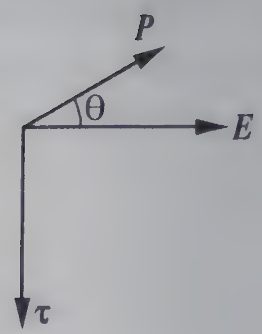
2aq ಅನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವ (electric dispole moment) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಪ್ರತೀಕ p.

ಹೀಗಾಗಿ, ದ್ವಿಧ್ರುವದ ಲಂಬ ಅರ್ಧಕ (Perpendicular bisector)ದ ಮೇಲೆ r ದೂರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r^3}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು ಮತ್ತು ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ದೂರದಲ್ಲಿ $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2p}{r^3}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಇಲ್ಲಿ $\vec{P}$ ಒಂದು ಸದಿಶ. ಇದರ ಪ್ರಮಾಣ (Magnitude) $2aq$ ಮತ್ತು ಅದರ ದಿಶೆ ಋಣ ಆವೇಶದಿಂದ ಧನ ಆವೇಶದತ್ತ ಎಳೆದ ರೇಖೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೇಖೆಯು ದ್ವಿಧ್ರುವದ ಅಕ್ಷವೂ ಹೌದು.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಧ್ರುವ





ಚಿತ್ರ ೧೦.೩

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಧ್ರುವವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದೆ. E ಮತ್ತು P ಗಳ ನಡುವೆ θ ಕೋನಾಂತರವಿದೆ.

$$F = qE \qquad \dots (04)$$

ನಿವ್ವಳ ಬಲ ಶೂನ್ಯವಾದರೂ, ದ್ವಿಧ್ರುವದ ಮೇಲೆ O ಮೂಲಕದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನಿವ್ವಳ ಭ್ರಾಮಕ (torque) ವು :

$$\tau = F\left(2a\sin\theta\right) = 2aF\sin\theta \qquad \dots (05)$$

ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ (04) ಮತ್ತು (05) ಸಮನ್ವಯಗೊಳಿಸಿದಾಗ

$$\tau = 2aqE\ \sin\theta = pE\sin\theta$$

ಇದನ್ನು ಸದಿಶಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಬಳಸಿ ;

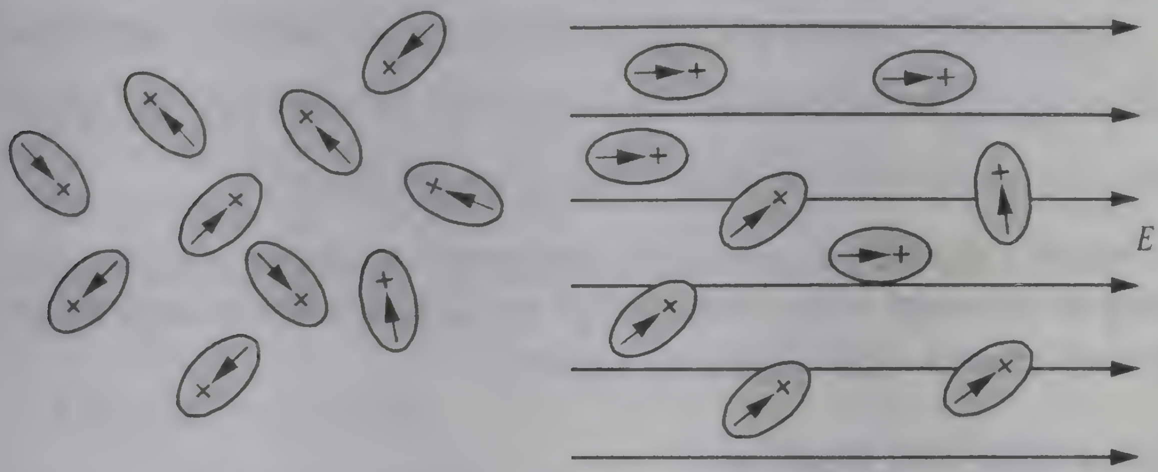
$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಏಕಮಾನ ನ್ಯೂಟನ್ ಮೀಟರ್.

ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಧ್ರುವೀಕರಣ (Polarisation)

ಅವಾಹಕವಾದ ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನು ? ನಾವು ಎರಡು ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು. CO_2, N_2O, S_2O ಮುಂತಾದ ಅವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಖಾಯಂ ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಧ್ರುವೀಯ (Polar) ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ E ನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವ $\boldsymbol{p}$ ನ ದಿಶೆ $\boldsymbol{E}$ ನತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತದೆ.

ವಸ್ತುಗಳು ಧ್ರುವೀಯವಾಗಿರಲಿ ಅಥವಾ ಅಧ್ರುವೀಯ (non-polar) ವಾಗಿರಲಿ ಅವು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಪ್ರೇರಕತೆಯಿಂದಾಗಿ

ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 10.4ರಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ. $H_2, N_2, O_2, CO_2, CH_4$ ಮುಂತಾದವು ಅಧ್ರುವೀಯ ಅಣುಗಳು. ಈ ಅಣುಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಖಾಯಂ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವಿರುವುದಿಲ್ಲ.



(a) ಚಿತ್ರ ೧೦.೪ (b)

ಚಿತ್ರ 10.4 *a* ಖಾಯಂ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವಹೊಂದಿರುವ ಅಣುಗಳ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಶೆ.

ಚಿತ್ರ 10.4 *b* ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವಗಳ ದಿಶೆ ಏಕಮುಖವಾಗಿರುವುದು. **p** ಯ ದಿಶೆ *E* ಒಂದಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದಕ್ಕೆ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಕಾರಣ. ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ (*E*) ಮತ್ತು *p* ಗಳು ಸಾಲುಗೂಡಿಕೆಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವೀಕರಣ (electric Polarisation) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಂಡ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ (*E′*) ವು *E* ಅನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ದ್ವಿ-ಧ್ರುವ ಮಹತ್ವ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ (Unit volume) ಪ್ರೇರಿತವಾಗುವ ದ್ವಿ-ಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವೀಕರಣವೆಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.

$$P = \frac{\Delta p}{\Delta v} \quad (v = \text{ಗಾತ್ರ})$$

ಒಂದು ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ನ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು *P* ಎಂಬ ಸದಿಶದಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಿದರೆ :

$$P \propto E \quad \text{ಅಥವಾ} \quad P = \chi E \qquad \ldots (10)$$

ಇಲ್ಲಿ χ ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ. ಇದು ಅವಾಹಕದ ಗುಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. χ ಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಗ್ರಾಹಕತ್ವ ಅಥವಾ ಪ್ರೇರ್ಯತೆ (susceptibility) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹಂತ ತಲುಪಿದಾಗ ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಅವಾಹಕಗುಣ ಮಾಯವಾಗಿ ಅದು ವಾಹಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಕ್ಕೆ ನಿವ್ವಳ ಹರಿವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. **ಈ ರೀತಿ ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ನ**

ಅವಾಹಕ ಶಕ್ತಿ ಕುಸಿಯಲು ಕಾರಣವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಶಕ್ತಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

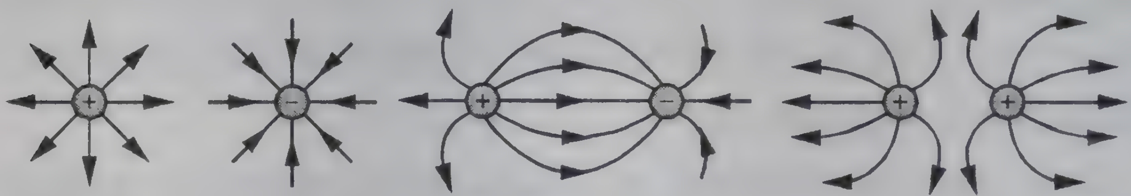
ಉದಾಹರಣೆ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒಣಗಾಳಿ ಅವಾಹಕ. ಇದೇಗಾಳಿ 3000 kv/m ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಾಹಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಮೈಕಾ 100000 kv/m ನಲ್ಲಿಯೂ, ರಬ್ಬರ್ 40000 kv/m ನಲ್ಲಿಯೂ ತಮ್ಮ ಅವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಧ್ರುವೀಕರಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ನಾವು ಬಳಸುವ ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವಗಳು ಮೂಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದುಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಆರೋಪಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಿ ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಬಲ ರೇಖೆಗಳು

ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶವು ಚಲಿಸುವ ಅಥವಾ ಚಲಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯ ಪಥಕ್ಕೆ ಅದರ ಬಲರೇಖೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸಮ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ರೇಖೆಗಳು ನೇರವಾಗಿದ್ದರೆ ಅಸಮ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಕ್ರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಸ್ಪರ್ಶಕ ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಷೇತ್ರಬಲದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೫

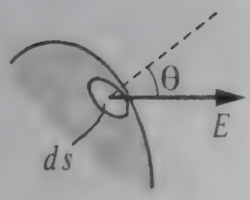
ಬಲರೇಖೆಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು

1. ಧನಆವೇಶದಿಂದ ಉಗಮಿಸಿ ಋಣಆವೇಶದಲ್ಲಿ ಅಂತ್ಯಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.
2. ಬಲರೇಖೆಗಳು ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ.
3. ಬಲರೇಖೆಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಛೇದಿಸುವುದಿಲ್ಲ.
4. ಕ್ಷೇತ್ರಬಲ ಹೆಚ್ಚಿರುವೆಡೆ ಅವು ನಿಕಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆಗಳು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಸಾರುತ್ತವೆ. ಬಲರೇಖೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಫ್ಯಾರಡೇ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದನು.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಫ್ಲಕ್ಸ್ (Electric Flux)

ಒಂದು ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೂಲಕ ಲಂಬವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ಬಲರೇಖೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅದರ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೂಲಕದ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ E ಇದ್ದರೆ ಆ ಬಿಂದುವನ್ನಾವರಿಸಿದ ಚಿಕ್ಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ds ನ ಮೂಲಕದ ವಿದ್ಯುತ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೬

$d\phi = E.ds$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ E ಯು ds ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ E ಯು ds ದೊಂದಿಗೆ θ ಕೋನದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, $d\phi = E\cos\theta\, ds$

$\therefore S$ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವ ಒಟ್ಟು ಫ್ಲಕ್ಸ್

$$\phi = \sum d\phi = \sum E\cos\theta\, ds \qquad \dots (06)$$

ಮೇಲೆ ಊಹಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ S ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅತಿಚಿಕ್ಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ (ds) ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಭಾಗಿಸಿ ಪ್ರತಿಭಾಗದ ಫ್ಲಕ್ಸನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಬೇಕು. ವಿದ್ಯುತ್‌ಬಲ ರೇಖೆಗಳು ಹೊರ ನೇರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ϕ ಯನ್ನು ಧನವೆಂದೂ ಒಳಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿದ್ದರೆ ಋಣವೆಂದು ಭಾವಿಸತಕ್ಕದ್ದು.

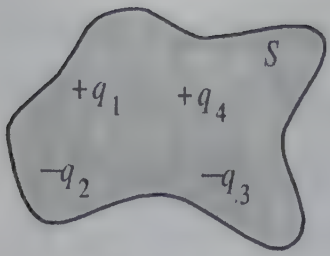
- ವಿದ್ಯುತ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಅಳೆಯಲು $Nc^{-1}m^2$ ಎಂಬ ಮಾನವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಹೆಸರಿಲ್ಲ.
- ಆಯಾಮಸೂತ್ರ $[\phi] = \left[ML^3T^{-3}A^{-1}\right]$

ಒಂದು ಆವೃತ ಮೇಲ್ಮೈನ ಮೂಲಕ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಹಾಗೂ ಅದರೊಳಗಿರುವ ಆವೇಶ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯ (*Gauss's Throrem*)

ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಆವೃತ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಹಾಯುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಫ್ಲಕ್ಸ್, ಆ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಆವೃತವಾದ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶದ $\frac{1}{\varepsilon_0}$ ಗುಣಲಬ್ಧದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

$+q_1, -q_2, -q_3 + q_4 + \dots\dots$ ಆವೇಶಗಳು ಒಂದು ಆವೃತ ಮೇಲ್ಮೈ ನೊಳಗಿದ್ದರೆ ಒಟ್ಟಾರೆ ಆವೇಶ $q = [q_1, -q_2, -q_3, +q_4 \dots\dots]$



ಚಿತ್ರ ೧೦.೭

ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದನುಸಾರ ಒಟ್ಟಾರೆ ಫ್ಲಕ್ಸ್ :

$$\phi=\frac{1}{\varepsilon_0}\left(\sum q\right)=\frac{q}{\varepsilon_0}$$

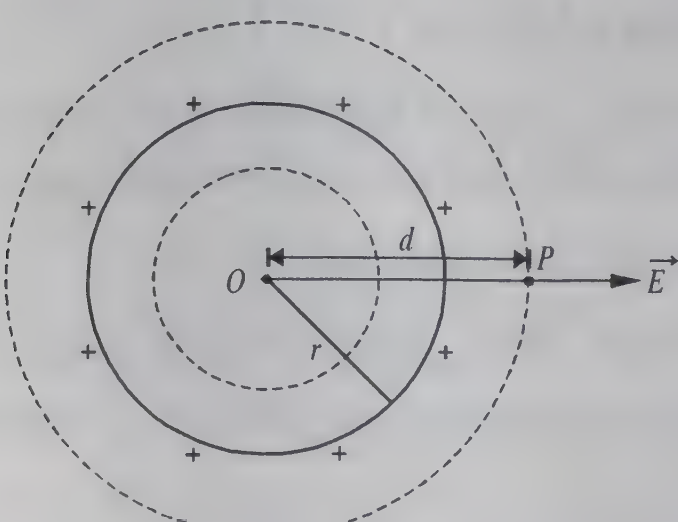
ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದಾದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದ ಅನ್ವಯಗಳು

ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಗೋಳೀಯ ವಾಹಕದಿಂದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ (*Intensity at a point due to a charged spherical conductor*)

q ಆವೇಶವುಳ್ಳ ಒಂದು ವಾಹಕಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ *r* ಆಗಿರಲಿ. ಆ ಆವೇಶವು ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಸಮನಾಗಿ ಪಸರಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನ :

(1) **ಗೋಳದ ಹೊರಗೆ :** ಗೋಳಕೇಂದ್ರ ಹಾಗೂ *'d'* ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಒಂದು ಗೋಳವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ (ಚಿತ್ರ 10.8) ಈ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಗೋಳವು ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆವೇಶವು ಸಮತೋಲನೆಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಗೋಳವನ್ನಾವರಿಸಿದ ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ತ್ರಿಜ್ಯೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಗೋಳದ ಸಮರೂಪತೆಯಿಂದಾಗಿ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈನ ಪ್ರತಿಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ತೀವ್ರತೆ *E* ಯು ಏಕ ರೀತಿಯದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೮

$\therefore$ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೂಲಕದ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ $\phi = \sum E \cos\theta ds$

ಇಲ್ಲಿ Eಯು ಮೇಲ್ಮೈ ಎಲ್ಲ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿರುವುದರಿಂದ $\theta = 0$ ಹೀಗಾಗಿ $\cos\theta = 1$.

$\therefore \quad \phi = \sum E \cos\theta ds = \sum E ds$

ಆದರೆ $\sum ds$ ಗೋಲದ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = $4\pi d^2$

$$\therefore \quad \phi = E \sum dS = E\, 4\pi d^2 \qquad \ldots (07)$$

ಈಗ ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದ ಪ್ರಕಾರ

$$\phi = \frac{1}{\varepsilon_0} \times (\text{ಆವೃತಗೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ}) = \frac{1}{\varepsilon_0}[q] \qquad \ldots (08)$$

ಸಮೀಕರಣ (07) ಮತ್ತು (08)ರ ಸಮನ್ವಯದಿಂದ

$$E.4\pi d^2 = \frac{1}{\varepsilon_0} q$$

ಅಥವಾ $$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{d^2}}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ; ಆವೇಶಗೊಂಡ ಗೋಳದ ಹೊರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯು ಅದೇ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶವಿದ್ದರೆ ಎಷ್ಟಾಗುತ್ತಿತ್ತೋ ಅಷ್ಟಕ್ಕೆ ಸಮವೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವೇಳೆ p ಬಿಂದುವು ಗೋಳದ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, $d \approx r$

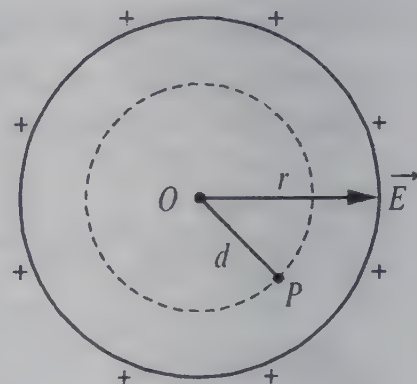
ಆಗ $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{q}{r^2}$

$$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2} \qquad \therefore \quad q = 4\pi r^2 \sigma$$

ಮತ್ತು $$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{4\pi r^2\sigma}{r^2}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore \quad \boxed{E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}} \qquad \dots (09)$$

(2) ಗೋಳದ ಒಳಭಾಗದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ : P ಬಿಂದುವು ಗೋಳದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇದ್ದರೆ (ಚಿತ್ರ 10.9) ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಯಾವುದೇ ಆವೇಶ ಆವೃತಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೯

$$\therefore \quad \phi=\frac{1}{\varepsilon_0}.q=\frac{1}{\varepsilon_0}\times 0=0$$

ಇದರಿಂದಾಗಿ $E=0$

ಅಂದರೆ ಗೋಳದ ಯೋವುದೇ ಒಳಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸೂಚನೆ :

1. ಆವೇಶಗೊಂಡ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಾಗುವ

   ವಿಭವ $V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{d}$

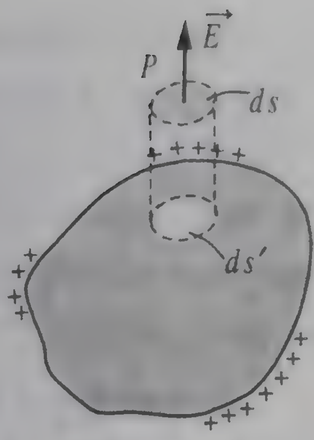
2. **ಗೋಳಕ್ಕೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ** $V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

3. ಗೋಳದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೂ ವಿಭವವು ಶೂನ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಹಾಗಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಒಳಬಿಂದುವಿಗೂ, ಗೋಳದ ಹೊರಮೈಗೂ ನಡುವೆ ವಿಭವಾಂತರವೇರ್ಪಡುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಣಗಳ ಚಲನೆಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಹೀಗಾಗಿ ಗೋಳದೊಳಗಿನ ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿಭವವು ಗೋಳದ ಹೊರಮೈನಲ್ಲಿನ ವಿಭವಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆವೇಶಭರಿತ ವಾಹಕದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ

P ಯು ಒಂದು ಆವೇಶಭರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದು. P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ತೀವ್ರತೆ E ಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಅದರ ಸುತ್ತ dS ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ

ಒಂದು ಕಿರಿಯ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇದು ಅಲ್ಲಿನ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. P ಯಿಂದೊಡಗೂಡಿದ dS ಭಾಗವು ವಾಹಕದ ಹೊರಬದಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಉಳಿದ ಭಾಗವು ವಾಹಕದ ಒಳಬದಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ವಾಹಕದ ಒಳಭಾಗದ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ ಶೂನ್ಯವಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೧೦

ಈಗ dS ಮೂಲಕದ ಫ್ಲಕ್ಸ್ $= E\,ds$

dS ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಾಂದ್ರತೆಯು σ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, dS ಮೇಲಿನ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ $q=\sigma\,ds$

$\therefore$ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಒಟ್ಟು ಫ್ಲಕ್ಸ್ $\phi = E\,dS$

ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದ ಪ್ರಕಾರ $\phi = \dfrac{1}{\varepsilon_0} \times (\text{ಆವೃತ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ}) = \dfrac{1}{\varepsilon_0}\sigma ds$

$$\because \ \phi = Eds \qquad E\,ds = \frac{1}{\varepsilon_0}.\sigma\,ds \ \text{ ಅಥವಾ } \ E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \qquad \dots (10)$$

ಆದ್ದರಿಂದ ಆವೇಶಭರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಅತಿ ಹತ್ತಿರದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯು ಆವೇಶದ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಾಂದ್ರತೆಯ $\dfrac{1}{\varepsilon_0}$ ನಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ

ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲವು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಂತೆ ವಿಲೋಮವರ್ಗ ನಿಯಮವನ್ನನುಸರಿಸುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜಡವಸ್ತುವು ವಿಭವಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತೆ, ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶ ಹೊಂದಿರುವ ಕಣವು ಕೂಡ ವಿಭವಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಜಡವಸ್ತುವು ಹೆಚ್ಚು ವಿಭವಶಕ್ತಿಯ (ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುವ ರೂಢಿಯಿದೆ.) ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ವಿಭವಶಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಾನದತ್ತ ಚಲಿಸುವುದನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಧನವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು ಹೊಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ **ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ವಿಭವವಿರುವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಕಡಿಮೆ ವಿಭವವಿರುವ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.



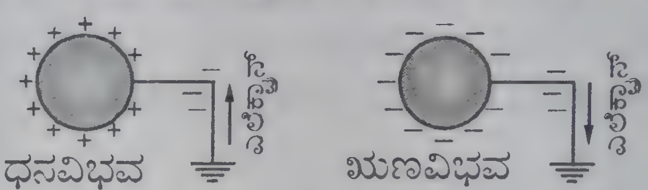
ಚಿತ್ರ ೧೦.೧೧

ಚಿತ್ರ 10.11ರಲ್ಲಿ *A* ಮತ್ತು *B* ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುಗಳು. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಬಲದ ದಿಕ್ಕು *A* ದಿಂದ *B* ಕಡೆಗಿರಲಿ. ಬೇರೊಂದು ಆವೇಶವನ್ನು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ ಅದರ ಚಲನೆ *B* ಕಡೆಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಒಂದು ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು *B* ಬಿಂದುವಿನಿಂದ *A* ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಬೇಕೆಂದಲ್ಲಿ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಧನ ಆವೇಶದ ವಿಭವಶಕ್ತಿ *B* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ *A* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶಕ್ಕಿರುವ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ ಅನಂತದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಿಭವವನ್ನು ಶೂನ್ಯವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ **ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯ ವಿಭವವನ್ನು, ಆ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಧನಆವೇಶವನ್ನು ಅನಂತದೂರದಿಂದ ಆ ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ತರಲು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸದ ಪರಿಣಾಮದಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತಾರೆ.** ಇದೊಂದು ಆದಿಶ ಪರಿಮಾಣ. ಇದರ ಏಕಮಾನ ವೋಲ್ಟ್.

ಒಂದು ಕೂಲಂಬ್ ಆವೇಶವನ್ನು ಅನಂತದೂರದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ತರಲು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸ ಒಂದು ಜೂಲ್‌ಗೆ ಸಮವಿದ್ದರೆ, ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿಭವ ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್.

$$1\text{ವೋಲ್ಟ್} = \frac{1\text{ ಜೂಲ್}}{1\text{ ಕೂಲಂಬ್}}$$



ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗೊಂಡ ವಾಹಕವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದಾಗ, ವಾಹಕದಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಭೂಮಿಯತ್ತ ಸಾಗಿದರೆ ವಾಹಕದ್ದು ಋಣ ವಿಭವ. ಬದಲಿಗೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಾಹಕದತ್ತ ಸಾಗಿದರೆ ವಾಹಕದ್ದು ಧನ ವಿಭವ.

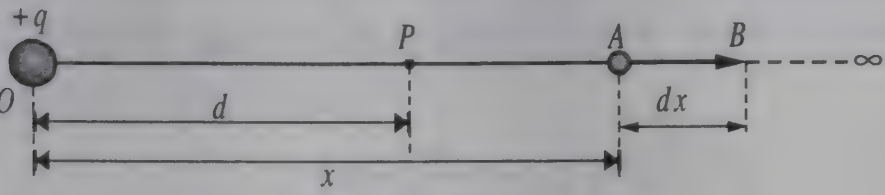
ವಿಭವಾಂತರ

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಅವೆರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಈಗ ಒಂದು ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ *A* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿಭವ V_A ಹಾಗೂ *B* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ V_B ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ $V_A - V_B$ ಇದು **ಒಂದು ಕೂಲಂಬ್ ಆವೇಶವನ್ನು *B* ಬಿಂದುವಿನಿಂದ A ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ.** ಮುಕ್ತ ಧನ ಆವೇಶವು ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ, ಋಣ ಆವೇಶವು ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ತಮ್ಮಿಂದ ತಾವೇ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಹಾಗೂ ವಿಭವ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ

x - ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ E ಇರಲಿ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ A ಹಾಗೂ B ಬಿಂದುಗಳು x ಮತ್ತು $(x+dx)$ ದೂರದಲ್ಲಿರಲಿ. ಈಗ $V_A > V_B$.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೧೨

$dV = V_A - V_B$ ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು B ಯಿಂದ A ಯವರೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕೆಲಸ,

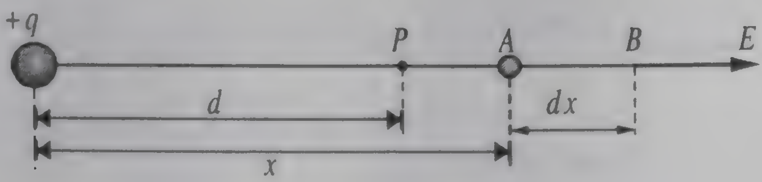
$$dw = E(-dx) \text{ ಆದರೆ } dw = dv$$

$$\therefore \boxed{E = -\frac{dv}{dx}} \qquad \dots (17)$$

ಅಲ್ಲಿ $\frac{dv}{dx}$ ಎಂದರೆ A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯ ವಿಭವ ಪ್ರವಣತೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ತೀವ್ರತೆ ಎಂದರೆ ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಋಣ ವಿಭವ ಪ್ರವಣತೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಏಕಮಾನ ದೂರದ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ).

ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ

p ಬಿಂದುವು q ಧನ ಆವೇಶದಿಂದ d ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಇದೇ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯೇ A ಯು x ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಬಿಂದು. A ಯು B ನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ dx ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದು.



ಚಿತ್ರ ೧೦.೧೩

A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{x^2}$

ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು B ಯಿಂದ A ಯವರೆಗೆ ತರಲು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸ dw (ಸಮೀಕರಣ 17ರ ಪ್ರಕಾರ)

$$dv = -E\,dx$$

ನಿರೂಪಣೆಗನುಸಾರವಾಗಿ ಏಕಮಾನ ಆವೇಶವನ್ನು ಅನಂತದೂರದಿಂದ P ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ತರಲು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ, P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿಭವ V ಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$\therefore \qquad V = \int_{\infty}^{d} dV = \int_{\infty}^{d} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{x^2}(-dx)$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{x}\right]_{\infty}^{d}$$

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{d}}$$

ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಧನ ಆವೇಶದ ವಿಭವವು ಧನವಾದ್ದರಿಂದ ಋಣ ಆವೇಶದ ವಿಭವವು ಋಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆವೇಶಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಿಭವಶಕ್ತಿ

ಆನೇಕ ಆವೇಶಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಒಟ್ಟಾರೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಯ ತಿಳಿವು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಧನ ಆವೇಶ $(+e)$ ಇದ್ದು ಅದರ ಸುತ್ತ r ತ್ರಿಜ್ಯದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ $(-e)$ ಆವೇಶದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

$(+e)$ ಆವೇಶದಿಂದಾಗಿ, r ದೂರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ :

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{e}{r}\right) \qquad \ldots (19)$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ $(PE) = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{e(-e)}{r} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{e^2}{r}$ ... (20)

ಇದನ್ನೇ ಸಾರ್ವತ್ರೀಕರಿಸಿ, ಅನೇಕ ಆವೇಶಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೂರಗಳಲ್ಲಿರುವಾಗ :

ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\dfrac{q_1 q_2}{r_1} + \dfrac{q_2 q_3}{r_2} + \dfrac{q_3 q_1}{r_3} + \ldots\ldots\right\}$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ ಆದಿಶವಾದ್ದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಕೂಡುವುದು ಸುಲಭ.

ಉದಾಹರಣೆ

1. **ಪ್ರೋಟಾನಿನಿಂದ 5.3×10^{-9}m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟು ?**

ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಆವೇಶ = $1.6\times10^{-19}C$ ಮತ್ತು $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\times10^9$

ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ $E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

ಹಾಗೂ $q=1.6\times10^{-9}\,C, d=5.3\times10^{-9}\,\text{m}$

$$\therefore \quad E=\frac{9\times10^9\times1.6\times10^{-19}}{\left(5.3\times10^{-9}\right)^2}$$

$$=\frac{9\times1.6}{5.3\times5.3}\times10^8 \quad = \quad \mathbf{5.13\times10^7\,NC^{-1}}$$

ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ = 5.13×10^7 m

2. 5μC **ಮತ್ತು** -20μC **ಆವೇಶವಿರುವ ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ 0.6m ಇದೆ. ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ತಟಸ್ಥ ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ.**

p - ತಟಸ್ಥ ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನವಾಗಿದ್ದು ಅದು $5\mu C$ ಆವೇಶದಿಂದ x ದೂರದಲ್ಲಿರಲಿ

p ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ $V_1+V_2=0$ ಅಂದರೆ

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{5\times10^{-6}}{x}+\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\left(-20\times10^{-6}\right)}{0.6-x}=0$$

$$\therefore \quad \frac{5}{x} - \frac{20}{0.6-x} = 0$$

ಅಥವಾ $\frac{5}{x} = \frac{20}{0.6-x}$

ಮತ್ತು $3-5x=20x$

$25x=3 \qquad \therefore \quad x=0.12\,\text{m}$

ತಟಸ್ಥ ಬಿಂದು $5\mu C$ ಆವೇಶದಿಂದ 0.12m ದೂರದಲ್ಲಿದೆ.

3. ಆವೇಶ $\frac{20}{3}\times10^{-9}\text{C}$ ಇರುವ ಒಂದು ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ 10cm ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ

ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$

$$= \frac{9\times10^9\times20\times10^{-9}}{3\times(0.1)^2} = 6\times10^3\,\text{NC}^{-1}$$

ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ $6\times10^3\,\text{NC}^{-1}$

4. ಸಮ ಹಾಗೂ ಧನ ಆವೇಶವುಳ್ಳ ಎರಡು ಬಿಂದು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ $3m$ (ಹವೆಯಲ್ಲಿ).ಅವುಗಳ ನಡುವಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಆವೇಶವೆಷ್ಟು ? (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿ $9\times10^{-31}\,kg$, $g=9.8\,\text{ms}^{-2}$)

ಆವೇಶ $q_1=q_2=q$ ಎಂದಿರಲಿ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ತೂಕ = $mg=9.1\times10^{-31}\times9.8$

ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲ $= F=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1q_2}{d^2}=9\times10^9\times\frac{q^2}{3^2}$

$mg = F$ (ದತ್ತ)

$\therefore \quad 9.1 \times 10^{-31} \times 9.8 = 10^{9} \times q^{2}$

ಅಥವಾ $q^{2} = 9.1 \times 9.8 \times 10^{-40}$

$= \left(9.44 \times 10^{-20}\right)^{2}$

$\therefore \quad q = 9.44 \times 10^{-20}\ C$

ಆವೇಶ = 9.44×10^{-20} C

5. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅನುಭವಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ $q = 1.6 \times 10^{-19} C$

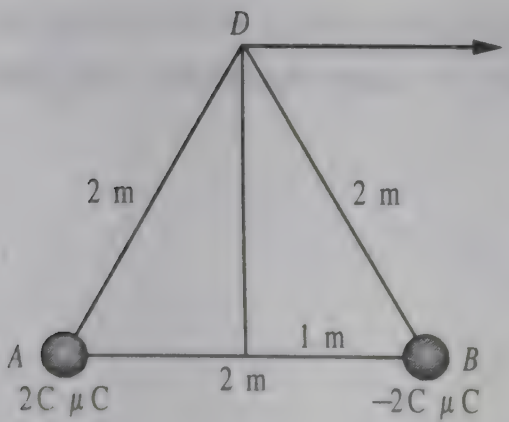
ರಾಶಿ $m = 9.1 = 10^{-31}\ Kg$

$\therefore$ ತೂಕ = $9.1 \times 10^{-31} \times 9.8\,\text{N}$

E - ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ

$mg = qE$

$\therefore \quad E = \frac{mg}{q} = \frac{9.1 \times 10^{-13} \times 9.8}{1.6 \times 10^{-19}}$



ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ = $55.74 \times 10^{-12}\ \text{NC}^{-1}$

6. ಎರಡು ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಸಮ ಹಾಗೂ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ಕಣಗಳ ಆವೇಶ $20\mu C$ ಆಗಿದೆ. ಇವೆರಡರಿಂದ ಎರಡು ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಋಣಬಿಂದು ಆವೇಶವಿದ್ದರೆ ಅದರ

ಮೇಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಿಂದುವು A ಮತ್ತು B ಗಳಿಂದ ಎರಡು ಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. AB ಬಾಹುವಿನಿಂದ ಅದರ ಲಂಬದೂರವು d ಆಗಿರಲಿ. ABD ಒಂದು ಸಮಭುಜ ತ್ರಿಕೋನವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ A ಹಾಗೂ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವ B ಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಾಂತದಂಡದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. D ಯು ಸಮಭಾಜಕರೇಖೆಯ ಮೇಲಿನ ಬಿಂದುವಿರುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ D ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ

$$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q\times 2l}{\left(d^2+l^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

ಇಲ್ಲಿ $2l=AB=2\text{m}$

$$l=\frac{AB}{2}=1\text{m} \qquad d=\sqrt{3}\,\text{m}$$

$$E=\frac{9\times10^9\times20\times10^{-6}\times2}{(4)^{3/2}}$$

$$=\frac{360\times10^3}{8} = 45\times10^3\ \text{NC}^{-1}$$

D **ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ** $= 45\times10^3\ \text{NC}^{-1}$

7. **ಒಂದು ಅವಾಹಕಗೊಳಿಸಿದ ಗೋಲದ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.14 m ಆಗಿದೆ. ಆದರೆ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಆವೇಶದ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಮೀಟರ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಒಂದು ಕೂಲಂಬ್ ನಷ್ಟಾಗಲು ಕೊಡಬೇಕಾದ ವಿಭವವೆಷ್ಟು ?**

ಮೇಲ್ಮೈಸಾಂದ್ರತೆ $\sigma=\frac{q}{A}=\frac{q}{4\pi r^2}=1$

ವಿಭವ $V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r}$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{4\pi r^2}{r}$$

$$= \frac{r}{\varepsilon_0} = \frac{0.14}{8.854\times10^{-12}} \quad = 158.8\times10^{8}\ V$$

ವಿಭವ 158.8×10^{8} V

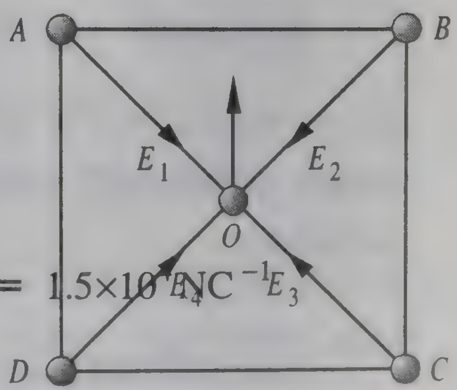
8. *ABCD* ಯು 0.1 m ಬಾಹುವುಳ್ಳ ಒಂದು ಚೌಕ. ಅದರ ಪ್ರತಿ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $\frac{25}{3}$ NC, $-\frac{50}{3}$ NC, $+\frac{75}{3}$ NC ಮತ್ತು $\frac{100}{3}$ NC ಆವೇಶಗಳಿವೆ. ಅದರ ಕರ್ಣಗಳು ಛೇದಿಸುವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಾಗುವ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

ಕರ್ಣ $AC = BD = 0.1\sqrt{2}$

$\therefore$ ಕೇಂದ್ರ ಹಾಗೂ ಪ್ರತಿ ಮೂಲೆಯ ನಡುವಿನ ದೂರ = $0.05\sqrt{2}$ m

A ಆವೇಶದಿಂದ *O* ದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r^2}$$



$$= \frac{9\times10^{9}\times25\times10^{-9}}{3\times2\,(0.05)^2}$$

$$= \frac{25\times3}{2\times(0.05)^2} = \frac{1.5\times25}{5\times5\times10-4} = 1.5\times10\ NC^{-1}$$

$$E_2 = \frac{9\times10^{9}\times50\times10^{-9}}{3\times2(0.05)^2}$$

$$E_3 = 4.5\times10^{4}\ NC^{-1}$$

$$E_4 = 6\times10^{4}\ NC^{-1}$$

E_1 ಮತ್ತು E_3 ಗಳ ಫಲಿತಕ್ಷೇತ್ರ $E_5 = (4.5 - 1.5) \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$

$= 3 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$ (OA ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ)

E_2 ಮತ್ತು E_4 ಗಳ ಫಲಿತಕ್ಷೇತ್ರ $E_6 = (6 + 3) \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$

$= 9 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$ (OB ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ)

$\therefore$ ಒಟ್ಟು ಫಲಿತಕ್ಷೇತ್ರ

$$E = \sqrt{E_5^2 + E_6^2}$$

$$= \sqrt{9 \times 10^8 + 81 \times 10^8}$$

$$= \sqrt{90 \times 10^8} = 9.487 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$$

OB ಯೊಂದಿಗೆ ಫಲಿತಕ್ಷೇತ್ರದ ಕೋನವು α ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ

$$\tan \alpha = \frac{E_5}{E_6} = \frac{1}{3} = 0.3333$$

$$\therefore \quad \alpha = 18° 26'$$

ಕ್ಷೇತ್ರತೀವ್ರತೆ 9.487×10^4 **ಮತ್ತು** $\alpha = 18° 26'$.

9. 0.1 m ಅಂಚಿನ ಒಂದು ಘನಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ $10 \mu C$ ಬಿಂದು ಆವೇಶವಿದ್ದರೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಫ್ಲಕ್ಸನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಫ್ಲಕ್ಸ್ $= \dfrac{q}{\varepsilon_0} = \dfrac{10 \times 10^{-6}}{8.854 \times 10^{-12}}$

$= 1.129 \times 10^6 \text{ N}m^2\text{C}^{-1}$

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಫ್ಲಕ್ಸ್ $= 1.129 \times 10^6 \text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$

ಗಮನಿಸಿ : ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಫ್ಲಕ್ಸ್ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈನ ಆಕಾರವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ.

10. ಒಂದು ಪೊಳ್ಳು ಗೋಳವಾಹಕದ ತ್ರಿಜ್ಯ 20 cm ಆಗಿದ್ದು, ಅದನ್ನು 4×10^8 C ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ (*a*) ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿರುವ (*b*) ಅಂತರಿಕವಾಗಿರುವ ಮತ್ತು (*c*) ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 25cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾದ ವಿಭವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ = 20 cm

(*a*) ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ವಿಭವ $= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r}$

$$= \frac{9\times10^9\times4\times10^{-8}}{0.2}$$

$$= \mathbf{1800\ V.}$$

(*b*) ಗೋಳದ ಒಳಗಿನ ವಿಭವ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ವಿಭವಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಳಗಿನ ವಿಭವ = 1800 V

$$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{d}$$

ಇಲ್ಲಿ $d=25\,\text{cm} = 0.25\,\text{cm}$

$$\therefore \quad V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{d}=\frac{9\times10^9\times4\times10^{-8}}{0.25}$$

$$\mathbf{V=1440\,V}\ .$$

11. ತ್ರಿಜ್ಯಗಳು 0.1 m ಮತ್ತು 0.08 m ಇರುವ ಎರಡು ಲೋಹಗೋಳಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ವಿಭವಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳ ಆವೇಶಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ತುಲನೆಮಾಡಿರಿ.

q_1 ಮತ್ತು q_2 ಗಳು ಎರಡು ಗೋಳಗಳ ಆವೇಶಗಾಗಿರಲಿ. r_1 ಮತ್ತು r_2 ಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅವುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದರೆ,

ಮೊದಲ ಗೋಳದ ಮೇಲಿನ ವಿಭವ $V_1=\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$

ಹಾಗೂ ಎರಡನೆಯ ಗೋಳದ ಮೇಲಿನ ವಿಭವ $V_2 = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$

$V_1 = V_2$ (ದತ್ತ)

$$\therefore \quad \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$$

ಎರಡೂ ಬದಿಯನ್ನು $\frac{1}{r_1 r_2}$ ನಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ

$$\frac{q_1}{4\pi r_1^2 . r_2} = \frac{q_1}{4\pi r_2^2 . r_1}$$

$$\frac{\sigma_1}{r_2} = \frac{\sigma_2}{r_1}$$

$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಾಂದ್ರತೆ

$$\therefore \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0.08}{0.1} = \frac{4}{5} = 4:5$$

$\sigma_1 : \sigma_2 :: 4:5$

12. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಒಂದು ಕೂಲಂಬ್ ಧನ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಲು ಏನು ಮಾಡಬೇಕು ?

ವಸ್ತುವಿನಿಂದ 6.24×10^{18} ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕು.

13. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್ ನಡುವಿನ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಬಲಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ. ಅಗತ್ಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ.

ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ : $F_E = 9 \times 10^9 \times \frac{e^2}{r^2}$

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ನಿಯಮಾನುಸಾರ : $F_G = G \frac{m_p m_e}{r^2}$

$$\therefore \quad \frac{F_E}{F_G} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 G} \frac{e^2}{m_p m_e}$$

$$= \frac{9\times10^{9}\times\left(1.6\times19^{-19}\right)^{2}}{6.7\times10^{-11}\times1.7\times10^{-27}\times9.1\times10^{-31}}$$

$$\approx\ 2\times10^{39}$$

ವಿದ್ಯುದ್ಬಲಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಗುರುತ್ವಬಲವನ್ನು ಉಪೇಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

14. 240 V ವಿಭವಾಂತರವಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾನಾಂತರ ಫಲಕಗಳನ್ನು 2 cm ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ಇವುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣದ ಮೇಲುಂಟಾಗುವ ಬಲವೆಷ್ಟು ? $e=1.6\times10^{-19}$ C.

ಎರಡೂ ಫಲಕಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವು ಸಮವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ,

$$E=\frac{V}{d}=\frac{240}{2\times10^{-2}}=1.2\times10^{4}\ \text{Vm}^{-1}$$

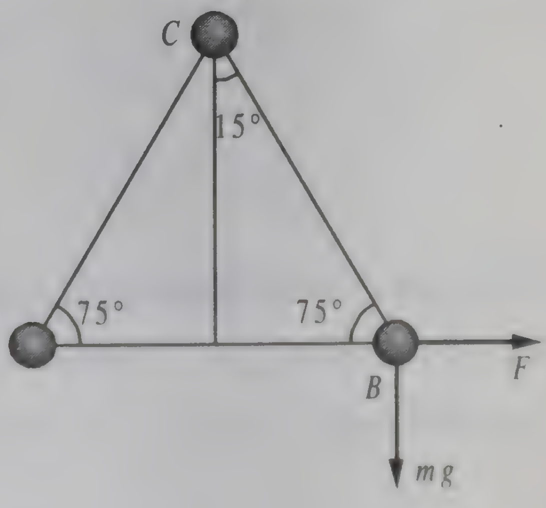
ಮತ್ತು $F=Eq=1.2\times10^{4}\times1.6\times10^{-19}$

$$=\ 1.192\times10^{-15}$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಮೇಲಿನ ಬಲ = 1.192×10^{-15} N

15. ಎರಡು ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆವೇಶಗೊಂಡಿರುವ ಗೋಳಗಳನ್ನು ಸಮ ಉದ್ದವಿರುವ ದಾರಗಳಿಂದ ನೇತುಹಾಕಿದೆ. ಎರಡು ದಾರಗಳ ಮಧ್ಯೆ 30° ಕೋನವೇರ್ಪಟ್ಟಿದೆ. $800\,\text{kgm}^{-3}$ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಗೋಳಗಳಿದ್ದಾಗಲೂ ದಾರಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಿದ್ದಾಗ ದ್ರವದ ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

ಗೋಳಗಳ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ $1.6\times10^{3}\ \text{kg}\,\text{m}^{-3}$



ಪ್ರತಿಗೋಳದ ರಾಶಿ m ಆಗಿದ್ದು, q ಅವುಗಳ ಆವೇಶವಾಗಿರಲಿ. ಪ್ರತಿಗೋಳವೂ ಮೂರು ಬಲಗಳ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿವೆ.

ಲ್ಯಾಮಿ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡರೆ

$$\frac{F}{\sin 165^\circ} = \frac{mg}{\sin 105^\circ}$$

$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{AB^2}$ ಇದನ್ನು x ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದರೆ

$$\frac{x}{\sin 15^\circ} = \frac{mg}{\sin 75^\circ} \qquad (1)$$

ಗೋಳದ ಗಾತ್ರ = ರಾಶಿ / ಸಾಂದ್ರತೆ = $\frac{m}{1.6\times 10^3}$

ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡ ದ್ರವದ ತೂಕ = $\left[\frac{m}{1.6\times 10^3}\right] 800 . g = \frac{mg}{2}$

$\therefore$ ಗೋಳದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ತೂಕ = $\left[m - \frac{m}{2}\right] g = \frac{mg}{2}$

ದ್ರವದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ k ಆಗಿರಲಿ

ಲ್ಯಾಮಿ ಪ್ರಮೇಯದನುಸಾರ :

$$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 \, k \, AB^2 \sin 15^\circ} = \frac{mg}{2 \sin 75^\circ}$$

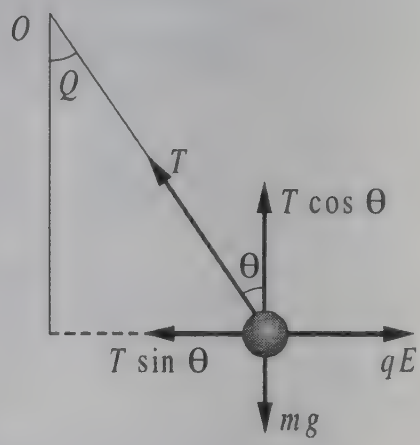
$$\frac{x}{k \sin 15^\circ} = \frac{mg}{2 \sin 75^\circ} \qquad (2)$$

ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ (1) ಮತ್ತು (2) ಅನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{2} \qquad \therefore \quad k = 2$$

16. **ಲೋಲಕವೊಂದರ ಗುಂಡಿನ ರಾಶಿ** 80mg **ಮತ್ತು ಅದರ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ** 2×10^{-8}C**. ಇದು ಏಕರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ** 20kv/m **ಇರುವ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ದಾರದಲ್ಲಿನ ಕರ್ಷಣ** (*tension*) **ಮತ್ತು ಲೋಲಕದ ದಾರ ಲಂಬದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಕೋನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

ನಮಗೆ $E=\dfrac{F}{q}$ ಅಥವಾ $F=Eq$ ಎಂಬುದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ, ಲೋಲಕದ ಗುಂಡು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಬಲಗಳು :



$mg=T\cos\theta,\ qE=T\sin\theta$

$\therefore\quad \tan\theta=\dfrac{qE}{mg}$

$q=2\times10^{-8}C,\ E=2\times10^{4}$ v/m

$m=80\times10^{-6}$ kg

$\therefore\quad \tan\theta=\dfrac{2\times10^{-4}\times2\times10^{4}}{80\times10^{-6}\times9.8}=$

0.5102

$\theta=\tan^{-1}(0.5102)=27°2'$

$mg=T\cos\theta$ ದಲ್ಲಿ θ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ :

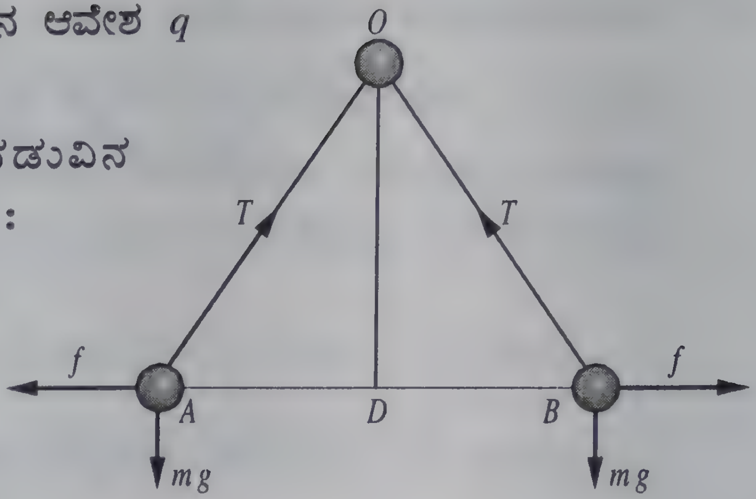
$T=\dfrac{mg}{\cos\theta}=\dfrac{80\times10^{6}\times9.8}{\cos27°2'}=8.8\times10^{-4}$ N

ದಾರದಲ್ಲಿನ ಕರ್ಷಣ ಬಲ = 8.8×10^{-4} N

17. **ಎರಡು** 10mg **ತೂಕದ ಗುಂಡುಗಳನ್ನು** 0.5m **ಉದ್ದದ ದಾರಗಳಿಂದ ತೂಗು ಹಾಕಿದೆ. ಅವುಗಳ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದು ವಿಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ** 0.28m **ದೂರಕ್ಕೆ ದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.** $g=10\,\text{ms}^{-2}$ **ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಗುಂಡಿನ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶವೆಷ್ಟು ?**

ಗುಂಡುಗಳ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ q ಆಗಿರಲಿ.

ಗುಂಡುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲ F :



$$F=9\times10^9\times\frac{q^2}{d^2}$$

ಪ್ರತಿ ಗುಂಡು 3 ಬಲಗಳಿಂದಾಗಿ ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ. ತ್ರಿಕೋಣ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$\frac{f}{AD}=\frac{mg}{OD}=\frac{T}{OA}$$

$$F=9\times10^9\times\frac{q^2}{d^2}$$ ಮತ್ತು $AD=0.14\,\text{m}$

$$OD=\left(.5^2+0.14^2\right)^{1/2}=0.48$$

ಈಗ $$F=\frac{AD\,mg}{OD} = \frac{0.14\times10\times10^{-6}\times10}{0.48}$$

$$q^2=\frac{Fd^2}{9\times10^9} = \frac{0.14\times10\times10^{-6}\times10\times0.28^2}{0.48\times9\times10^9}$$

$\therefore$ $\boldsymbol{q}$ = 15.90 NC

18. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು B ಗಳು ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈಗಳು. ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

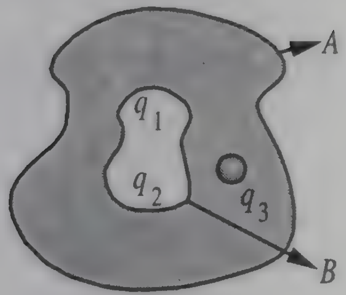
$q_1=-14\,\text{NC}$, $q_2=+37\,\text{NC}$, $q_3=-56\,\text{NC}$

a) A ಮೂಲಕ ಹಾಯುವ ಫ್ಲಕ್ಸ್

$$\phi=\frac{\sum q}{\varepsilon_0}=\frac{q_1+q_2+q_3}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{10^{-9}(-14+37-56)}{8.85\times10^{-12}} = 3.73\times10^{3}\ \mathrm{Nm^2C^{-1}}$$

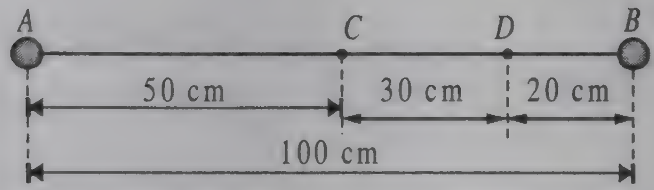
b) B ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗೆ,



$$\phi = \frac{\sum q}{\varepsilon_0} = \frac{10^{-9}(-14+37)}{8.85\times10^{-12}}$$

$$= 2.598\times10^{3}\ \mathrm{Nm^2C^{-1}}$$

19. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ C ಮತ್ತು D ಗಳಲ್ಲಿನ ವಿಭವವೆಷ್ಟು ? D ಯಿಂದ C ಗೆ $0.03\mu C$ ಆವೇಶವನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು ?



ವಿಭವ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಬಳಸುವ ಸಮೀಕರಣ :

$$V = 9\times10^{9}\sum\frac{Q}{r}$$

ಹೀಗಾಗಿ C ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿಭವ :

$$V_c = 9\times10^{9}\left\{\frac{8\times10^{-6}}{0.5} - \frac{2\times10^{-6}}{0.5}\right\}$$

$$= 9\times10^{9}\times10^{-16}(6\times2) = 108\times10^{-3} = 1.08\times10^{+5}\ \mathrm{V}$$

$$V_D\ 9\times10^{9}\left\{\frac{8\times10^{-6}}{0.8} - \frac{2\times10^{-6}}{0.2}\right\}$$

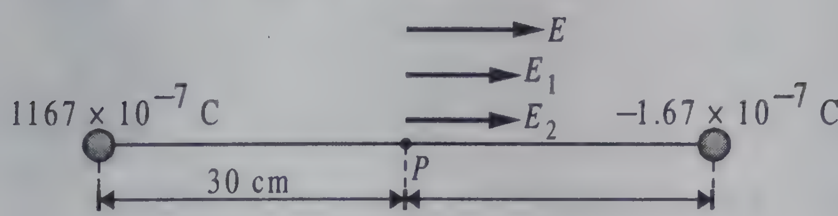
$$= 9\times10^{9}\times10^{-6}\left\{\frac{8-8}{0.8}\right\} = 0$$

ಕೆಲಸ = ಆವೇಶ × ವಿಭವಾಂತರ

$$= \quad 0.30\times10^{-6}\times1.08\times10^{5}$$

$$= \quad \mathbf{3.3\times10^{-3}\ J}.$$

20. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ P ನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟು ?



$$E = 9\times10^{9}\left\{\frac{Q_1}{r_1^2}+\frac{Q_2}{r_2^2}\right\}$$

$$= \quad 9\times10^{9}\left\{\frac{2\times1.67\times10^{-7}}{(0.3)^2}\right\}$$

$$= \quad 3.33\times10^{4}\ \text{N/C}$$

ಫಲಿತ ತೀವ್ರತೆಯು ಸದಿಶ E ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವೆಂದರೇನು ?
2. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಎಂದರೇನು ?
3. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯು ದಿಶೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದಿಯೆ ?
4. ವಿದ್ಯುಕ್ಷೇತ್ರದ ಎಸ್‌ಐ ಏಕಮಾನವೆಷ್ಟು ?
5. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ q ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ f ಬಲವು ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವೆಷ್ಟು ?
6. ಡೈ - ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಎಂದರೇನು ?
7. ಒಂಟಿ ಬಿಂದು ಆವೇಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
8. ವೈದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಹೇಗೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ?
9. ವೈದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವದಿಂದಾಗಿ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ನೆರವಾಗುವ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

10. ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವೆಂದರೇನು ?

11. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ದ್ವಿಧ್ರುವದ ಮೇಲಾಗುವ ಭ್ರಾಮಕಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

12. ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಧ್ರುವೀಕರಣವೆಂದರೇನು ?

13. ಅಧ್ರುವೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.

14. ಧ್ರುವೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಎರಡು ಉಹಾರಣೆ ಕೊಡಿ.

15. ಧ್ರುವೀಯ ಹಾಗೂ ಅಧ್ರುವೀಯ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು ?

16. ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರ್ಯತೆ ಎಂದರೇನು ?

17. ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಧ್ರುವೀಕರಣಕ್ಕೂ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

18. ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು

19. ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆ ಎಂದರೇನು ?

20. ಬಲರೇಖೆಯ ಎರಡು ಗುಣಲಕ್ಷಣ ತಿಳಿಸಿ.

21. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಂದರೇನು ?

22. ಬಲರೇಖೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಯಾವರೀತಿ ಸಹಕಾರಿ?

23. ಕೂಲಂಬ್ ನಿಯಮವಿರುವಾಗ ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದ ಅಗತ್ಯವೇನು ?

24. ಒಂದು ಆವೃತದೊಳಗೆ +1C, −2C −1C ಬೆಲೆಯ ಆವೇಶಗಳಿವೆ. ಹಾಗಾದರೆ, ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯದನುಸಾರ ಒಟ್ಟಾರೆ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಷ್ಟು ?

25. ಆವೇಶಭರಿತ ಗೋಳದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟು ?

26. ಆವೇಶ ಭರಿತ ವಾಹಕಕ್ಕೆ ಅತಿಸಮೀಪದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

27. ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವೆಂದರೇನು ?

28. ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗೊಂಡ ವಾಹಕವನ್ನು ಭೂಸಂಪರ್ಕಗೊಳಿಸಿ ಅದು ಧನವಿಭವ ಹೊಂದಿದೆಯೇ ಅಥವಾ ಋಣವಿಭವ ಹೊಂದಿದೆಯೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಬಗೆ ತಿಳಿಸಿ.

29. ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು $\frac{\text{ವಾಟ್ಸ್}}{\text{ಆಂಪೇರ್}}$ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಬಹುದೆ ?

30. ಎರಡು ಸಮರೂಪಿ ಮತ್ತು ಸಮರಾಶಿ ಗೋಳಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದಕ್ಕೆ Q ಪ್ರಮಾಣದ ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಅಷ್ಟೇ ಪ್ರಮಾಣದ ಋಣ ಆವೇಶವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಆವೇಶಗೊಂಡ ನಂತರ ಅವುಗಳ ರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯವಾಗುವುದೆ? ಆದರೆ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ?

31. ವಿದ್ಯುಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳನ್ನು A ಮತ್ತು B ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ. A ನಲ್ಲಿನ ವಿಭವ B ನಲ್ಲಿನದಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ ಅದರ ಪಥ A ಯಿಂದ B ಕಡೆಗೋ ಅಥವಾ B ಯಿಂದ A ಯತ್ತಲೋ ?

32. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುವ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೆ?

33. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಹಾಗೂ ವಿಭವಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.

34. ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

35. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

36. ಸಮವಿಭವ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.

37. ಸಮವಿಭವ ಮೇಲ್ಮೈ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು ?

38. q_1, q_2 ಮತ್ತು q_3 ಆವೇಶಗಳು r_1, r_2 ಮತ್ತು r_3 ಪ್ರಮಾಣದ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನ ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

39. ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಛೇದಿಸುತ್ತವೆಯೆ ?

40. ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಆವೇಶಗಳ ಬಳಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆಗಳ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ. ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ದ್ವಿಧ್ರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

4. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅಂದರೇನು ? ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಯಾವುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ ?

5. ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯ ಹೇಳಿ ಅದರ ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

6. ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಗೋಳೀಯ ವಾಹಕದಿಂದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ತಿಳಿಯುವ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

7. ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಕೊಡಿ. ಅದರ ಏಕಮಾನವೇನು ?

8. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸೂತ್ರ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

9. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿಭವಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.

10. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಭ್ರಾಮಕಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಥವಾ ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ ಅಂದರೇನು ? ಒಂಟಿ ಬಿಂದು ಆವೇಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ. ಸದಿಶರೀತ್ಯಾ ಈ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು?

2. ದ್ವಿಧ್ರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ವಿವರಿಸಿ. ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವೆಂದರೇನು ? ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಮಹತ್ವ ಬಳಸಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ನೆರವಾಗುವ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ. ಈ ಸಮೀಕರಣ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ದ್ವಿಧ್ರುವದ ಲಂಬ ಅರ್ಧಕದ ಮೇಲೆ r ದೂರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

3. ಗೌಸ್‌ಪ್ರಮೇಯ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಒಂದು ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಗೋಳೀಯ ವಾಹಕದಿಂದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

4. ಆವೇಶಭರಿತ ವಾಹಕದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

5. ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕದ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಒಂದಕ್ಕೊಂದು 0.04 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಆವೇಶಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $6\times20^{-4}\,\text{C}$ ಮತ್ತು $3\times10^{-4}\,\text{C}$ ಗಳಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\left(10.13\times10^{5}\,\text{N}\right)$$

2. $16\mu\text{C}$ ಆವೇಶವು $25\mu\text{C}$ ಇನ್ನೊಂದು ಆವೇಶದಿಂದ 0.06 m ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅವೆರಡರ ನಡುವಿರುವ ವಿಕರ್ಷಣಬಲ ಎಷ್ಟು ?

(1000 N)

3. ಒಂದು ಬಿಂದು ಆವೇಶ ಇನ್ನೊಂದು ಆವೇಶಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತುಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಗಿದ್ದು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣಬಲ $3.6\times10^{-8}\,N$ ಇದ್ದರೆ ಎರಡರ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು?

$\left(4\times20^{-9}C, 0.4\times10^{-9}C\right)$

4. ಎರಡು ಸಮ ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣಬಲ 9 gm ತೂಕವಿದೆ. (ಹವೆಯಲ್ಲಿ) ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ 0.5m ಆಗಿದ್ದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಆವೇಶವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$\left(4.95\times10^{-8}C\right)$

5. ಎರಡು ಆಲ್ಫಕಣಗಳ ಆವೇಶ $3.2\ 10^{-19}\,C$ ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವೆಷ್ಟು ?

$\left(92.16\times10^{-3}N\right)$

6. ABC ಒಂದು ಸಮಭುಜತ್ರಿಕೋನ. ಅದರ ಪ್ರತಿಬದಿ 0.03 m ಉದ್ದವಿದೆ. A ಮತ್ತು B ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ $5\times10^{-9}C$ ಮತ್ತು $-5\times10^{-9}C$ ಆವೇಶಗಳನ್ನಿಡಲಾಗಿದೆ. C ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಫಲಿತ ಆವೇಶ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$\left[5\times10^{4}\,N\ AB\right.$ ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ$\left.\right]$

7. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮೇಲಿರುವ ಆವೇಶ $1.6\times10^{-19}C$, ಹಾಗೂ ರಾಶಿ 1.67×10^{-27} kg. ಎರಡು ಪ್ರೋಟಾನ್ ತೂಕಗಳು ಸಮವಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$(0.12\,m)$

8. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಹಾಗೂ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ $1.6\times10^{-19}C$ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ 5.3×10^{-11} ಇದ್ದರೆ ಅವೆರಡರ ಮಧ್ಯೆ ನಡೆಯುವ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವೆಷ್ಟು?

$\left(8.2\times10^{-8}N\right)$

9. $0.4\,m$ ದೂರವಿರುವ ಎರಡು ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ $4\times10^{-6}\,N$

ಅವುಗಳ ನಡುವಿನದೂರ 0.8 m ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ ಉಂಟಾಗುವ ಆಕರ್ಷಣಬಲವನ್ನು ಕಂಡಹಿಡಿಯಿರಿ.

$\left(10^{-6}\,\mathrm{N}\right)$

10. ಎರಡು ಬೆಂಡಿನ ಗೋಲಿಗಳನ್ನು 0.1 m ಉದ್ದದ ದಾರದಿಂದ ನೇತುಬಿಡಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 10^{-2} kg ಅವೆರಡನ್ನು ಸಮವಾಗಿ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಲು ಅವು 0.1 m ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶವೆಷ್ಟು?

$\left(0.25\times10^{-6}\,C\right)$

11. *ABCD* ಒಂದು ಚೌಕ *A, B, C* ಹಾಗೂ *D* ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $+6\times10^{-10}, +2\times10^{-10}, -4\times10^{-10}, -8\times10^{-10}\,C$ ಆವೇಶಗಳನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಚೌಕದ ಬದಿಯ ಉದ್ದ $\sqrt{2}$ m ಇದ್ದರೆ ಚೌಕದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಫಲಿತ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

(12.73 N, *AB* ಅಥವಾ *BC* ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ)

12. ಒಂದು ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.05 m ಆಗಿದೆ. ಅದರ ಪರಿಧಿಯ ಮೇಲೆ ಆವೇಶಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸಮಭುಜ ತ್ರಿಕೋನವಾಗುವಂತೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ವೃತ್ತದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿಭವವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

(13500V)

13. ಎರಡು ಮೀಟರ್‌ಬದಿಯುಳ್ಳ *ABCD* ಚೌಕದ ಪ್ರತಿ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ $1\times10^{-10}, +2\times10^{-10}, 3\times10^{-10}$ C ಮತ್ತು 4×10^{-10} C ಆವೇಶಗಳನ್ನಿರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚೌಕದ ಕೇಂಂದ್ರದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ.

$\left(1.273\,\mathrm{NC}^{-1}\right.$ DA ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ$\left.\right)$

14. ಒಂದು NC ಬಿಂದು ಆವೇಶದಿಂದ 0.3 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

$\left(1000\,\mathrm{NC}^{-1}\right)$

15. ಒಂದು ಲೋಹಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.05m ಇದೆ. ಅದರ ಆವೇಶ 4×10^{-15}C ನಷ್ಟಾಗಲು ಅದರಿಂದ ಎಷ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊರಹಾಕಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ?

(i) ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈ ಹತ್ತಿರ ಹಾಗೂ (ii) ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 0.1m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟು?

$\left(24.96\times10^3, 0.0144NC^{-1}, 0.0036NC^{-1}\right)$

16. ಸಮ ಆವೇಶಭರಿತ ಸಮಗಾತ್ರದ ಎಂಟು ಚಿಕ್ಕ ನೀರಿಹನಿಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹನಿಯ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲುಂಟಾದ ಆವೇಶವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಚಿಕ್ಕಹನಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿರಿ.

$(2:1)$

17. $100\mu C$ ಆವೇಶದಿಂದ 9m ದೂರದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿಭವವೆಷ್ಟು?

10^3

18. ಒಂದು ನೀರಿನ ಹನಿಯನ್ನು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಡಲಾಗಿದೆ. ನೀರಿನ ಹನಿ ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲುಳಿಯಲು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು ? ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ (ಸಮತೋಲನಸ್ಥಿತಿಗಾಗಿ $mg=eE$ ಇರಬೇಕು)

$\left(256.3\,Vm^{-1}\right)$

19. 3000 ವೋಲ್ಟ್ ವಿಭವವುಳ್ಳ ಒಂದು ವಾಹಕಗೋಳವನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ಸ್ಥಿರಾಂಕ 1.5 ಇರುವ ಎಣ್ಣೆಯು ಸುತ್ತುವರಿದೆ, ಗೋಳದ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ $20\times10^{-8}C$ ಇದ್ದರೆ ಆ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು ?

(0.4m)

20. ತ್ರಿಜ್ಯ 0.1ಮಿ ಇರುವ ಒಂದು ಏಕಾಂಗಿ ಗೋಳದಿಂದ 10^{10} ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೊರಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈಮೇಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ ಎಷ್ಟು?

$\left(144\times10^3\,NC^{-1}\right)$

21. ಶೂನ್ಯವಿಭವದ A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ 120 ವೋಲ್ಟ್ ವಿಭವದ B ಬಿಂದುವಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಅದರ ವೇಗ ಶೂನ್ಯವಿದ್ದರೆ B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು ?

(ಸೂಚನೆ : ಆವೇಶ × ವಿಭವಾಂತರ = ಗತಿಶಕ್ತಿ)

$\left(6.495\times10^6\,ms^{-1}\right)$

22. ಹವೆಯಲ್ಲಿರುವ 2μC ಮತ್ತು –10C ಆವೇಶಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ 1ಮಿ ಇದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ರೇಖೆಯ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯವಿಭವವಿರುತ್ತದೆ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ.

$$\left(\frac{1}{2}m, 2\mu C\right)$$

23. ಒಂದು ಚೌಕದ ಮೂರು ಮೂಲಗಳಲ್ಲಿ $+3\times10^{-3}, +6\times10^{-3}$ ಮತ್ತು $9\times10^{-3}C$ ಆವೇಶಗಳನ್ನಿರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚೌಕದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಇಡಬೇಕಾದ ಆವೇಶವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

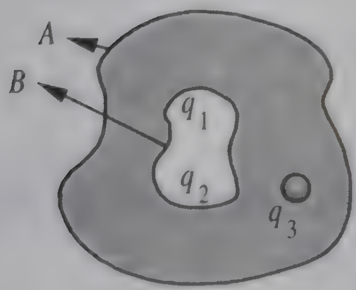
$$\left(-18\times10^{-3}C\right)$$

24. $ABCD$ ಆಯತದ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $+2\,NC$, $-3\,NC$, $+5\,NC$ ಮತ್ತು $+8\,NC$ ಆವೇಶಗಳನ್ನಿಡಲಾಗಿದೆ. ಆಯತದ ಬದಿ $AB=2m, BC=1m$ ಇದ್ದರೆ AB ಮತ್ತು BC ಗಳ ಮಧ್ಯಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರವೆಷ್ಟು ?

(5.89V)

25. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಗೌಸಿಯನ್ ಮೇಲ್ಮೈ A ಮತ್ತು B ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$q_1 = -41\mu C,\ v^2 = +73vc,\ q_3 = 65\,NC$



$$\begin{bmatrix} A\text{ಗೆ } -3.7\times10^3\ Nm^2C^{-1} \\ B\text{ಗೆ } +3.6\times10^3\ Nm^2C^{-1} \end{bmatrix}$$

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಟ್ಟು 6-7 ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಇರುತ್ತದೆ. ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಥಿಯರಿ ಪ್ರಶ್ನೆ, ಒಂದು ಅಂಕದ 1 ಪ್ರಶ್ನೆ ಮತ್ತು ಎರಡು ಅಂಕದ 1 ಪ್ರಶ್ನೆ ಇರಬಹುದು. ಅಥವಾ 5 ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕ ಇರಬಹುದು.

೧೧. ಧಾರಕಗಳು (Capacitors)

ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ

ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಆವೇಶವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವಾಹಕಗಳ ಧಾರಕತೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಒಂದು ವಾಹಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವಿಭವ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಭವವು ವಾಹಕಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. q ಆವೇಶವುಳ್ಳ ವಾಹಕವೊಂದರ ವಿಭವ V ಆಗಿದ್ದರೆ.

$$q \propto V \text{ ಅಥವಾ } q = CV \qquad \therefore C = \frac{q}{V} \qquad \ldots (01)$$

ಇಲ್ಲಿ ನಿಯತಾಂಕ C ಗೆ ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. C ಯು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ.

(i) ವಾಹಕದ ಅಳತೆ.

(ii) ವಾಹಕದ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮ.

(iii) ವಾಹಕದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆವಾಹಕಗಳು.

ವಾಹಕದ ವಿಭವವನ್ನು ಏಕಮಾನದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಆವೇಶದ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಧಾರಕತೆಯ SI ಏಕಮಾನಕ್ಕೆ ಫ್ಯಾರಡ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಫ್ಯಾರಡ್ = 1 ಕೂಲಂಬ್ / 1 ವೋಲ್ಟ್

ಒಂದು ವಾಹಕದ ಆವೇಶವನ್ನು ಒದು ಕೂಲಂಬ್‌ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದರಿಂದ ಅದರ ವಿಭವ ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್‌ನಷ್ಟು ವೃದ್ಧಿಯಾದರೆ ಧಾರಕತೆ ಒಂದು ಫ್ಯಾರಡ್.

ಫ್ಯಾರಡ್ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಏಕಮಾನವಾದ್ದರಿಂದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಮೈಕ್ರೋ ಮತ್ತು ಪೈಕೋ

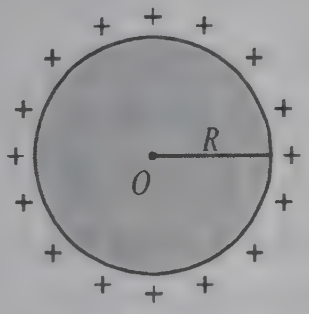
ಫ್ಯಾರಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$1\,\mu F = 10^{-6}\,F,\ 1\,pF = 10^{-12}\,F$.

ಗೋಳೀಯವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ

ಚಿತ್ರ 11.1 ರಲ್ಲಿರುವ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ R ಮತ್ತುಅದರ ಆವೇಶ q ಇರಲಿ. ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಭವ.

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R}$$



ಚಿತ್ರ ೧೧.೧

ಧಾರಕತೆ, $C = \frac{q}{V} = 4\pi\varepsilon_0 R$

ಅಂದರೆ, $C = 4\pi\varepsilon_0 R$ ... (02)

ಆದ್ದರಿಂದ, ಗೋಳವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸರಳಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಗೋಳಿಯ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತ್ವವು 1 F ಆಗಬೇಕಾದರೆ

$$R = \frac{C}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\,m$$

ಒಂದು ನ್ಯಾನೊ ಫ್ಯಾರಡ್ ಧಾರಕತೆಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಕೂಡ, ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ 9m ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ವಾಹಕವನ್ನು ಬಳಸಿ ಧಾರಕವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಗಾತ್ರದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅವಾಸ್ತವಿಕ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಒಂದೇ ವಾಹಕದ ಬದಲಿಗೆ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ **ಧಾರಕ** ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಧಾರಕಗಳು - ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವನ್ನು ಹಿಡಿದಿಡುವ ಅಥವಾ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಧಾರಕವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಒಂದು ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಅದರ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವಾಹಕ ಫಲಕದ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ ಹಾಗೂ ಅವೆರಡು ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ ಇವುಗಳ ಅನುಪಾತವೆಂದು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೂ ಧಾರಕತೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ,

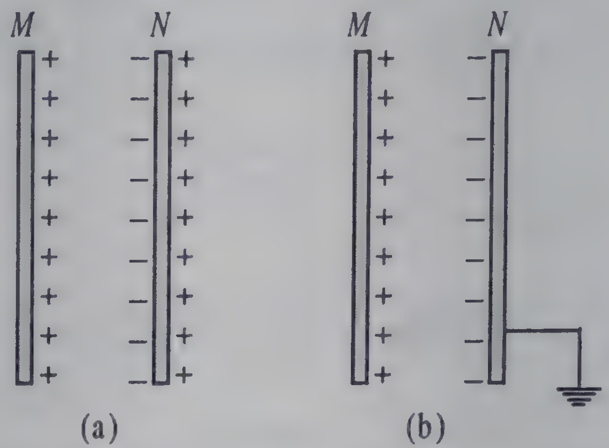
(i) ವಾಹಕದ ಅಳತೆ ಹಾಗೂ ಆಕಾರ

(ii) ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ

(iii) ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಮಾಧ್ಯಮ

ಧಾರಕದ ತತ್ವ

A ಧನ ಆವೇಶವುಳ್ಳ ಒಂದು ಫಲಕ. ಅದರ ವಿಭವ *V* ಆಗಿರಲಿ. ಅದರ ಧಾರಕತೆ $C=\frac{q}{V}$ ಇಲ್ಲಿ *q*, *A* ನ ಮೇಲಿರುವ ಆವೇಶ. ಇನ್ನೊಂದು ಫಲಕ *B* ಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ *A* ನ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಇಡಲಾಗಿದೆ. *A* ಯ ಕಡೆಗೆ ಇರುವ *B* ಬದಿಯು ಪ್ರೇರಕತೆಯಿಂದ ಪಡೆದ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು *A* ನ ವಿಭವವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ಧನವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು *A* ನ ವಿಭವವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು *A* ಗೆ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತಿರವಿರುವದರಿಂದ, *A* ಯು ಒಟ್ಟು ವಿಭವ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ *A* ಯನ್ನು ಮೊದಲಿನ ವಿಭವಕ್ಕೆ ತರಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವನ್ನು ಸೇರಿಸಬೇಕು. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅದರ ಧಾರಕತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. *B* ಫಲಕವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ಧನ ಆವೇಶ ಭೂಗತವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ *A* ಯ ವಿಭವ ಇನ್ನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಅದರ ಧಾರಕತೆ ಅದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

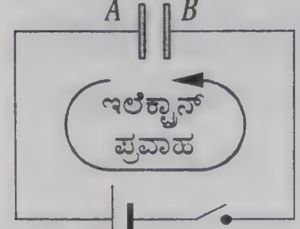


ಚಿತ್ರ ೧೧.೨

ಇದರೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ಫಲಕಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಸೂಕ್ತ ಡೈ-ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸುವುದರಿಂದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು.

ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸುವುದು

ಚಿತ್ರ 3ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ *AB* ಧಾರಕವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಕ್ಕೆ ಕೀಯ ಮೂಲಕ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೀ ಮೂಲಕ ಮಂಡಲವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದರೆ *A* ಫಲಕದ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು *B* ಗೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. *B* ಯ ಮೇಲೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತೆ *A* ಯಿಂದ ಬರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಮುಂದುವರೆಯುವುದಿಲ್ಲ ಹಾಗೂ *A–B* ನಡುವಣ ವಿಭವಾಂತರ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಭವಾಂತರ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ವಿಭವಾಂತರಕ್ಕೆ



ಚಿತ್ರ ೧೧.೩

ಸಮನಾದೊಡನೆಯೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಪ್ರವಾಹ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಧಾರಕವು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ವಿಭವಕ್ಕೆ ಆವೇಶಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ಕೆಲಸವು ಸ್ಥಾಯಿವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿರೂಪದಲ್ಲಿ ಧಾರಕದೊಳಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದು.

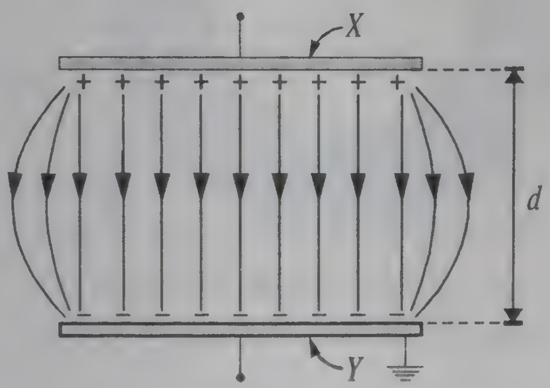
$$E=\frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} C\left(\frac{q}{C}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}qV \qquad \dots (03)$$

ಇಲ್ಲಿ $C =$ ಧಾರಕತೆ, $V =$ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು $q =$ ಆವೇಶ.

ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಧಾರಕ

ಈ ವಿಧದ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಲೋಹ ಫಲಕಗಳು ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದು ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಅತೀ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಫಲಕಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ (ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್) ಮಾಧ್ಯಮವಿರುತ್ತದೆ. X ಮತ್ತು Y ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭವಾಂತರವಿರುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. X ಫಲಕವನ್ನು q ದಷ್ಟು ಧನ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿ Y ಯನ್ನು ಭಸಂಪರ್ಕಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 11.4)

ಫಲಕಗಳ ತುದಿ ಪ್ರದೇಶಹೊರತುಪಡಿಸಿ ಉಳಿದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವು ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೧.೪

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ $E=\frac{\sigma}{\varepsilon}$ ಇಲ್ಲಿ

$\sigma = X$ ನ ಮೇಲ್ಮೈ ಆವೇಶ ಸಾಂದ್ರತೆ

ಮತ್ತು $\varepsilon=\varepsilon_0 \varepsilon_r$.

$\varepsilon_r = x\ y$ ಗಳ ನಡುವಿನ ಮಾಧ್ಯಮ ಡೈಎಲಿಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ. X ಫಲಕದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ A ಆದಲ್ಲಿ $\sigma=\frac{q}{A}$ ಅಥವಾ $q=\sigma A$

XY ಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ $= d$ ಹಾಗೂವಿಭವಾಂತರ $= V$ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ

$$E=\frac{V}{d} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad V=Ed$$

ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\sigma A}{E.d} = \frac{\sigma}{\sigma}\frac{A\varepsilon}{d} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d} \quad (\because \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r) \quad \dots (04)$$

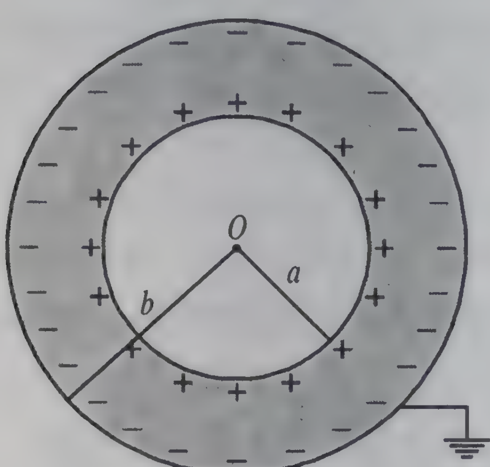
ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಫಲಕಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿಧಾನದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು.

(1) ಫಲಕಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದು.

(2) ಫಲಕಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು.

(3) ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ ಅಧಿಕವಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು.

ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕ



ಚಿತ್ರ ೧೧.೫

ಈ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಏಕಕೇಂದ್ರಿಯ ಲೋಹದ ಗೋಳಕವಚವಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 11.5) ಒಳಗೋಳಕವಚದ ತ್ರಿಜ್ಯ 'a' ಹೊರಗೋಳಕವಚದ ತ್ರಿಜ್ಯ 'b' ಆಗಿರಲಿ. ಹೊರಗೋಳವನ್ನು ಭೂಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಳಗೋಳಕ್ಕೆ $+q$ ಆವೇಶವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಪ್ರೇರಕತೆಯಿಂದ ಹೊರಗೋಳ $-q$ ಆವೇಶವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಒಳಗೋಳದ ಆವೇಶದಿಂದಾಗಿ ಅದರ ವಿಭವ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೊರಗೋಳದ ಒಳಮೇಲ್ಮೈಯ ಆವೇಶದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಿರವಾದ ವಿಭವ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{q}{b}\right)$ ಇರುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಒಳಗೋಳದ ಒಟ್ಟು ವಿಭವ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q}{a} - \frac{q}{b}\right)$ ಧಾರಕತೆ,

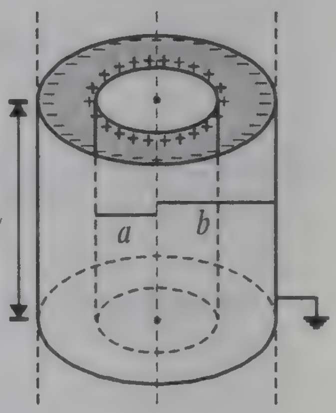
$$\boxed{C = \frac{q}{V} = 4\pi\varepsilon_0 \frac{ab}{b-a}} \quad \dots (05)$$

ಎರಡೂ ಗೋಳಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ

ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ $b=\infty$ ಆದರೆ ಧಾರಕತೆಯು $4\pi\varepsilon_0 a$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಇದು ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟಗೋಳದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ. ಒಂಟಿ ಗೋಳವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಅನಂತವಿರುವ ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕವೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು.

ಸಿಲಿಂಡರ್ ಧಾರಕ

ಈ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಏಕ ಅಕ್ಷವಿರುವ ವಾಹಕ ಸಿಲಿಂಡರ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಳಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿ ಹೊರಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಭೂಸಂಪರ್ಕಸಿರುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಒಳ ಹಾಗೂ ಹೊರ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ a ಮತ್ತು b ಗಳಾಗಿ, ಉದ್ದ L ಆಗಿದ್ದರೆ ಧಾರಕತೆ



ಚಿತ್ರ ೧೧.೬

$$C=\frac{4\pi\varepsilon_0 L}{2\times 2.303\log_{10}\frac{b}{a}} \quad \ldots (06)$$

ಸಂಪರ್ಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಏಕ ಅಕ್ಷೀಯ ಕೇಬಲ್ಲುಗಳ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಿಸುತ್ತಾರೆ.

ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕದ ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಪರಿಣಾಮ

ಮೇಲೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಧಾರಕದ ಎರಡೂ ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಗಾಳಿ ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತವಿದ್ದಾಗಿನ ಬೆಲೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಧಾರಕಗಳ ಫಲಕ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಮೈಕಾ ಅಥವಾ ಕಾಗದದಂತಹ ಪದಾರ್ಥವಿಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಧಾರಕತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮೈಕೆಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆಯು 1837ರಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಅಂದರೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಅವಾಹಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಾಧ್ಯಮವಾಗುಳ್ಳ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ ಅಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ ಎಂದಂತಾಯಿತು. ಈ ವಾಹಕಕ್ಕೆ ಫ್ಯಾರಡೆಯು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದನು. ಚಿತ್ರ 11.4ರಲ್ಲಿ ಧಾರಕದ ಎರಡು ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಗಾಳಿಯಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯದ ವಿಭವಾಂತರ V_0 ಆಗಿರಲಿ. ಫಲಕಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನಿಟ್ಟಾಗ ವಿಭವಾಂತರ V ಆಗರಲಿ. ಯಾವಾಗಲೂ

$V_0>V$ ಅಂದರೆ $C_a<C_d$ ಮತ್ತು $\frac{V_0}{V}=K$

K ಅನ್ನು ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕವೆನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಅವಾಹಕಗಳಿಗೆ $K>1$

ಅಲ್ಲದೆ $C_a = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ (ಇಲ್ಲಿ A ಫಲಕದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ)

$$C_d = K\, C_a \qquad \therefore \quad \boxed{K = \frac{C_d}{C_a}}$$

ಇದನ್ನು ε_r (ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.)

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad \boxed{\varepsilon = \varepsilon_r\, \varepsilon_0}$$

ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ

ವಸ್ತು	k
ನಿರ್ವಾತ ಮತ್ತು ಗಾಳಿ	1
ನೀರು	80-81
ಕಾಗದ	3.6-5
ಗಾಜು	5-10
ಮೈಕಾ	3-6
ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಮ್ ಟೈಟಾನೇಟ್	250
ಬೇರಿಯಂ ಸ್ಟ್ರಾಂನ್ಷಿಯಮ್ ಟೈಟಾನೇಟ್	$\approx 10^4$

ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂಗ್ರಹ

ಧಾರಕವೊಂದನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದನ್ನು ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಲು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ w , ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ U ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಧಾರಕವನ್ನು ವಿಸರ್ಜನೆ (*discharge*) ಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಆವೇಶಗೊಳಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊರಗಿನ ಸಾಧನವೊಂದು ಧಾರಕದ ಧನ ಫಲಕದಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸೆಳೆದು ಅದರ ಋಣ ಫಲಕದತ್ತ ನೂಕುವ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ q' ಬೆಲೆಯ ಆವೇಶವನ್ನು ಕಾಲಾವಧಿ t ಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫಲಕದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಫಲಕಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಆಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಫಲಕಗಳ ನಡುವಿನ

ವಿಭವಾಂತರ $V(t)$ ಯನ್ನು

$V = \frac{q'}{C}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

dq' ಪ್ರಮಾಣದ ಮತ್ತಷ್ಟು ಸ್ವಲ್ಪ ಆವೇಶವನ್ನು ರವಾನಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೆಲಸ : $dw = V\,dq' = \left(\frac{q'}{C}\right)dq'$

ಇದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮುಂದವರಿಸಿದಂತೆ, ಒಟ್ಟಾರೆ ಆವೇಶ q ಯನ್ನು ರವಾನಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಕೆಲಸ : $W = \int dW = \int_0^q \frac{q'}{C}dq' = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

ಈ ಕೆಲಸವು ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗಾಗಿ $C = \frac{q}{V}$ ಅನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ಧಾರಕದ ಶಕ್ತಿ U ಅನ್ನು

$U = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}qV$ ಎಂಬುದಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.

ಗಮನಿಸಿ : ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಫಲಕಗಳ ನಡುವಿನ (ಅಂಚಿನತ್ತ ಹೊರತುಪಡಿಸಿ) ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ಏಕಪ್ರಕಾರದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಧಾರಕದಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. q ಅಥವಾ V ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ E ಕೂಡ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. q ಮತ್ತು V ಶೂನ್ಯವಾದಾಗ E ಕೂಡ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ (*energy density*) ಕೂಡ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

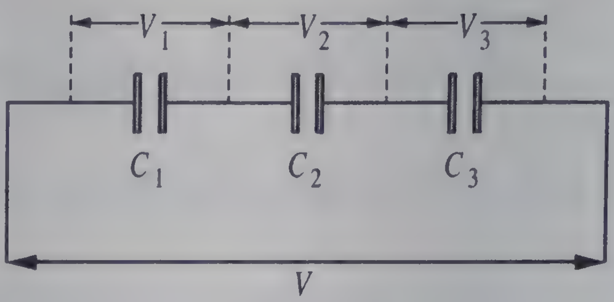
ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ $u = \frac{U}{Ad} = \frac{\frac{1}{2}cV^2}{Ad}$ $[Ad = \text{ಗಾತ್ರ}]$

ಆದರೆ $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ ಹೀಗಾಗಿ $u = \frac{1}{2}\varepsilon_0\left(\frac{V}{d}\right)^2$ ಆದರೆ $\frac{V}{d} = E$

$\therefore \quad u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

ಧಾರಕಗಳ ಜೋಡಣೆ

(i) **ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆ** : ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಕೊನೆಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ಕೊನೆಗೆ ಜೋಡಿಸಿ ಪ್ರತಿಧಾರಕದ ಆವೇಶ ಒಂದೇ ಇರುವಂತೆ ಮತ್ತು ಒಟ್ಟು ವಿಭವಾಂತರವು ಎಲ್ಲ ಧಾರಕಗಳ ವಿಭವಾಂತರದ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಜೋಡಣೆಗೆ, ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. $C_1, C_2, C_3, ...$ ಧಾರಕತೆಗಳ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 11.7). ಪ್ರತಿ ಧಾರಕದ ಆವೇಶ q ಹಾಗೂ ಧಾರಕಗಳ ವಿಭವಾಂತರ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $V_1, V_2, V_3, ...$ ಆಗಿದ್ದರೆ



ಚಿತ್ರ ೧೧.೭

$$V_1 = \frac{q}{C_1} \qquad V_2 = \frac{q}{C_2} \qquad V_3 = \frac{q}{C_3} \quad ......$$

ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯಾದ್ದರಿಂದ $V = V_1 + V_2 + V_3 + ... = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} + ...$

ಈ ಜೋಡಣೆಯ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಧಾರಕತೆಯು C ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $V = \frac{q}{C}$

$$\therefore \quad \frac{q}{C} = q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} .....\right)$$

ಅಥವಾ $$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} .....}$$

ಅಂದರೆ ಧಾರಕಗಳ ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಧಾರಕತೆಯ ವಿಲೋಮವು ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆಗಳ ವಿಲೋಮಗಳ ಮೊತ್ತಕೆ ಸಮ.

ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಧಾರಕಗಳು

ವಿಭವಾಂತರ ಒಂದೆ ಇರುವಂತೆ ಮತ್ತು ಜೋಡಣೆಯ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ ಧಾರಕಗಳ ಆವೇಶ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುವಂತೆ, ಧಾರಕಗಳ ತುದಿಯನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ಶಾಖಾ (ಸಮಾಂತರ) ಜೋಡಣೆಯೆಂದು ಹೆಸರು.

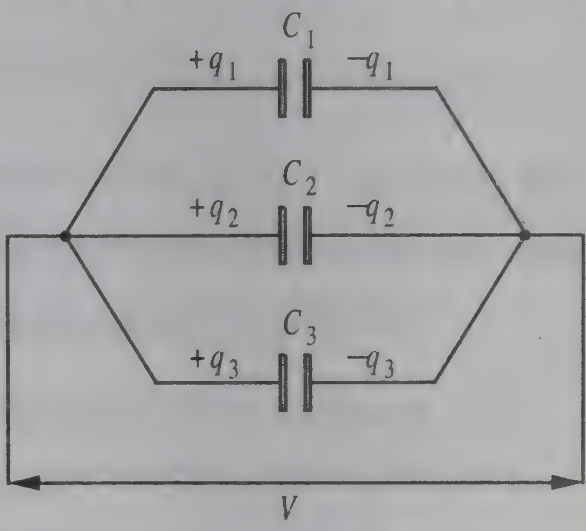
C_1, C_2, C_3 ಧಾರಕತೆ ಇರುವ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 11.8 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ AB ಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಧಾರಕಗಳನ್ನು q_1, q_2 ಮತ್ತು q_3 ಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. AB ಯ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ V ಆಗಿರಲಿ. ಧಾರಕಗಳ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ.

$q_1 = C_1 V,\ q_2 = C_2 V,\ q_3 = C_3 V,$

ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ $q = q_1 + q_2 + q_3$

$q = C_1V + C_2V + C_3V$

$= V(C_1 + C_2 + C_3)$



ಚಿತ್ರ ೧೧.೮

ಆದ್ದರಿಂದ $q = V(C_1 + C_2 + C_3)$

ಜೋಡಣೆಯ ಫಲಿತಧಾರಕತೆ C ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ $q = CV$

$\therefore\quad CV = V(C_1 + C_2 + C_3)$ ಅಥವಾ $\boxed{C = (C_1 + C_2 + C_3)}$

ಅಂದರೆ ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಧಾರಕಗಳ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆಯು ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆ.

ಧಾರಕಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಇವುಗಳ ಬಹುಮುಖ ಉಪಯೋಗದಿಂದಾಗಿ ಆಗತ್ಯಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರ, ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅತಿವ್ಯಾಪಕ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವುದು "ಕಾಗದ ಧಾರಕ". ರೇಡಿಯೋ, ಟಿ.ವಿ. ದೂರಸಂಪರ್ಕ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಬಳಕೆ ಹೆಚ್ಚು. ಎರಡು ತೆಳ್ಳಗಿನ ಟಿನ್ ರೇಕುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಪ್ಯಾರಫಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದ ಕಾಗದವನ್ನಿಟ್ಟು ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿದಿನ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಬೇಕಾದ ತರಂಗಕ್ಕೆ ಶೃತಿ ಮಾಡಲು ಬಳಸುವುದು ಕೂಡ 'ಚರಧಾರಕ' ಇದಲ್ಲದೆ 'ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾಲಿಟಿಕ್ ಧಾರಕ'ಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಮುಂತಾದ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಒಮ್ಮೆ ಇದನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸದ ಮೇಲೆ ಅದನ್ನು



ಚಿತ್ರ ೧೧.೯

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದಾಗಲೂ ಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ ಆವೇಶವಿದ್ದು ವಿಭವಾಂತರವು ಉಳಿದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 1000μF ನಷ್ಟು ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಇದರಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬಹು ಫಲಕಗಳ ಧಾರಕವನ್ನು ಚಿತ್ರ 11.9ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಒಂದುಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಯು $C=\frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d}$ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ N - ಫಲಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆಯು $C(N-1)$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು 10 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು 11 ಫಲಕಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 9 ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯ 6400 km . ಇದೊಂದು ಸಮಗೋಳವೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತ ಅದರ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಿರಿ.

ಈಗ $R=6400\,\text{km} = 6400\times10^3\,\text{m}$ ಹಾಗೂ

$$C=4\pi\varepsilon_0 R = \frac{6400\times10^3}{9\times10^9} = 711.1\times10^{-6}\,\text{F}$$

ಭೂಮಿಯ ಈ ಧಾರಕತೆ = 711.1μF

2. ಒಂದು ವಾಹಕ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.06 m. ಅದನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ 6 ಇರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

$R=0.06m\ \varepsilon_r=6,\ 4\pi\varepsilon_0=\frac{1}{9\times10^9}$ ಹಾಗೂ $C=4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r R$

$$= \frac{6\times0.6}{9\times10^9} = \frac{0.36}{9}\times10^{-9} = 0.04\times10^{-9} = 40\times10^{-12}$$

$C = 40\,\text{PF}$

3. ಧಾರಕತೆ 10μF ಇರುವ ಒಂದು ಧಾರಕವನ್ನು 300 ವೋಲ್ಟ್ ವಿಭವಕ್ಕೆ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿರಿ.

ಸಂಗ್ರಹಿಲ್ಪಟ್ಟ ಶಕ್ತಿ

$$E=\frac{1}{2}CV^2 \;=\; \frac{1}{2}\times10\times10^{-6}\times(300)^2$$

$$= \; 0.45\,\text{J}$$

ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಶಕ್ತಿ = 0.45 J.

4. ಒಂದು ವಾಹಕಗೋಳಕ್ಕೆ 2C ಆವೇಶಭರಿಸಲು ಅದರ ವಿಭವ 5V ನಿಂದ 10V ಗೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

ಈಗ $q=2\text{C},\ dV=5\text{V}$ ತ್ರಿಜ್ಯ $= r$ ಇರಲಿ

ವಾಹಕಗೋಳದ ಧಾರಕತೆ $C=4\pi\varepsilon_0 r$ ಮತ್ತು $C=\frac{q}{V}$

$$\therefore \quad 4\pi\varepsilon_0 r=\frac{q}{V}$$

$$\therefore \quad r=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 V}=\frac{9\times10^9\times2}{5}$$

ತ್ರಿಜ್ಯ = 3.6×10^9 m

5. C ಧಾರಕತೆಯುಳ್ಳ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿರುವ n ನೀರಿನ ಹನಿಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ತ್ರಿಜ್ಯ r ಇದ್ದರೆ, ಅವೆಲ್ಲವುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ R ತ್ರಿಜ್ಯದ ಒಂದೇ ದೊಡ್ಡ ಹನಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರೆ ಅದರ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

ಪ್ರತಿ ಚಿಕ್ಕ ಹನಿಗಳ ಗಾತ್ರ $= \frac{4}{3}\pi r^3$

$\therefore$ n ಹನಿಗಳ ಒಟ್ಟು ಗಾತ್ರ $= \frac{4}{3}\pi n r^3$

ದೊಡ್ಡಹನಿಯ ಗಾತ್ರ $= \frac{4}{3}\pi R^3$

$$\therefore \quad \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 n$$

$$\therefore \quad R^3 = n.r^3 \qquad \therefore \quad R = r(n)^{1/3}$$

ಈಗ ಚಿಕ್ಕ ಹನಿಗಳ ಧಾರಕತೆ $C = 4\pi\varepsilon_0 r$

ದೊಡ್ಡ ಹನಿಗಳ ಧಾರಕತೆ $= 4\pi\varepsilon_0 R = 4\pi\varepsilon_0 (n)^{1/3}$ r

ದೊಡ್ಡ ಹನಿಗಳ ಧಾರಕತೆ $= Cn^{\frac{1}{3}}$F

6. ಒಂದು (ವಾಹಕ) ಗೋಳಧಾರಕದ ಎರಡು ಕವಚಗಳ ನಡುವಿನ ದಪ್ಪಳತೆ 0.02 m ಇದರ ಧಾರಕತೆ 1.2 m ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಗೋಳದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸಮವಿದ್ದರೆ ಗೋಳಧಾರಕದ ವಾಹಕಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

ಈಗ $b - a = 0.02$ ಹಾಗೂ ಗೋಳಧಾರಕತೆ

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{ab}{b-a}\right)$$

ಅಲ್ಲದೆ ಗೋಳದ ಧಾರಕತೆ $C = 4\pi\varepsilon_0 r$

$$\therefore \quad 4\pi\varepsilon_0 r = 4\pi\varepsilon_0 \frac{ab}{b-a}$$

ಅಥವಾ $r = \dfrac{ab}{b-a}$ ಮತ್ತು $0.6 = \dfrac{ab}{0.02}$

$$\therefore \quad ab = 0.012\text{m}$$

ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಪ್ರಕಾರ $(b+a)^2 = (b-a)^2 + 4ab$

$$= (0.02)^2 = 4 \times 0.012$$

$$= 0.0484$$

$$b+a = 0.22$$

ಇದರಿಂದಾಗಿ $a=0.1\text{m}$ ಮತ್ತು $b=0.12\text{m}$.

7. ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಎರಡು ಧಾರಕಗಳ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಒಟ್ಟು ಧಾರಕತೆ ಅವುಗಳ $1.2\mu\text{F}$ ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಮೆಯ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಒಟ್ಟು ಧಾರಕತೆ $5\mu\text{F}$. ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

C_1, C_2 ಗಳು ಎರಡು ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆಗಳಾಗಿರಲಿ. ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2} \qquad \therefore \quad C=\frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}$$

ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ

$$C_1+C_2 = 5\mu\text{F} \qquad \ldots (1)$$

$$\therefore \quad C=\frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}=\frac{C_1 C_2}{5}$$

$$\therefore \quad 1.2=\frac{C_1 C_2}{5} \qquad C_1 C_2 = 6.00\mu\text{F}$$

ಈಗ $(C_1-C_2)^2 = (C_1+C_2)^2-4C_1 C_2$

$$= (5)^2-4\times 6$$

$$= 25-24=1$$

$$\therefore \quad C_1-C_2=1 \qquad \ldots (2)$$

(1) ಮತ್ತು (2) ಇವುಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು

$C_1 = 3\mu\text{F} \quad C_2 = 2\mu\text{F}$.

8. ಹವೆಯನ್ನು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಾಗುಳ್ಳ ಒಂದು ಧಾರಕವನ್ನು ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರೆ ಅವುಗಳು ದೊರಕಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಆವೇಶ

ಅನುಕ್ರವಾಗಿ 20 ಮತ್ತು 60 ಮೈಕ್ರೋ ಕೂಲಂಬ್ ಆದರೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕದ ಸ್ಥಿರಾಂಕವೆಷ್ಟು ?

ಈಗ $V = 2V\ q_a = 20\mu C,\ q_m = 60\mu C$

ಹವೆಯೊಂದಿಗೆ ಧಾರಕತೆ $C_a = \frac{q_a}{V} = \frac{20\times10^{-6}}{2} = 10\mu F$

ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿದ್ದಾಗ ಧಾರಕತೆ

$$C_m = \frac{q_m}{V} = \frac{60\times10^{-6}}{2} = 30\mu F$$

ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ಸ್ಥಿರಾಂಕ $\varepsilon_r = \frac{C_m}{C_a} = \frac{30}{10} = 3$

ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿತ ಶಕ್ತಿ = $\frac{1}{2}C_m V^2 = \frac{1}{2}\times30\times10^{-6}\times2$

$$= 60\times10^{-6}\ J$$

ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕ = 3

ಸಂಗ್ರಹಿತ ಶಕ್ತಿ = 60×10^{-6} J

9. **ಧಾರಕತೆ $5\mu F$ ಮತ್ತು $10\mu F$ ಇರುವ ಎರಡು ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 16V ಮತ್ತು 13V ಗಳಿಗೆ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗಿನ ಸಮಾನ ವಿಭವಾಂತರವೆಷ್ಟು ?**

$C_1 = 5\mu F,\ C_2 = 10\mu F,\ Q_1 = C_1V_1 = 80\mu C$

$V_1 = 16V_1\ V_2 = 13V,\ \ Q_1 = C_1V_1 = 130\mu C$

ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ = $210\mu C$

ಒಟ್ಟು ಧಾರಕತೆ = $5+10 = 15\mu F$

ಸಮಾನ ವಿಭವ $V = \frac{Q}{C} = \frac{210\mu C}{15\mu F} = \mathbf{14V}$

10. ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಧಾರಕದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $0.55 m \times 0.04 m$ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ದೂರ $0.7 mm$. ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ನ ನಿಯತಾಂಕ 4 ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ ಎಷ್ಟು ?

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$$

$$= \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 4 \times 0.055 \times 0.04}{0.7 \times 10^{-3}} = 1.11 \times 10^{10} \text{ F}$$

ಧಾರಕತೆ = $\mathbf{1.11 \times 10^{10}}$ F

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಾಹಕಗಳ ಧಾರಕತೆ ಎಂದರೇನು ?
2. ವಾಹಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಯಾವರೀತಿಯ ಭೌತ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ?
3. ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
4. ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಎರಡು ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
5. ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಯಾವ ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ ?
6. ಗೋಳೀಯ ವಾಹಕದ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೂ ಹಾಗೂ ಅದರ ಧಾರಕತೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.
7. ಧಾರಕವೆಂದರೇನು ?
8. ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಎರಡು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
9. ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
10. ಸಮಾಂತರ ಫಲಕಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
11. ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಿಯತಾಂಕಕ್ಕೂ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ?

12. ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

13. ಸಿಲಿಂಡರ್ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಕೊಟ್ಟು, ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತ್ವವು 1F ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು ?
3. ಧಾರಕ ನಿರ್ಮಾಣದ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
5. ಗೋಳೀಯ ಧಾರಕದ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
6. ಸಿಲಿಂಡರ್ ಧಾರಕದ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಧಾರಕತೆಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
7. ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕದ ಡೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
8. ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂಗ್ರಹ ಹೇಗಾಗುತ್ತದೆ ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಏಕವಾಹಕವನ್ನು ಧಾರಕವನ್ನಾಗಿ ಬಳಸುವುದು ಯಾಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ? ಧಾರಕದ ತತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಸಮಾಂತರ ಫಲಕಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ಧಾರಕಗಳ ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದರ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. ಧಾರಕಗಳ ಶಾಖಾಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದರ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಒಂದು ಗೋಳವಾಹಕದ ಧಾರಕತೆ 1μF ಇರಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು ?

   (9km)

2. ಒಂದು ಗೋಳವಾಹಕದ ತ್ರಿಜ್ಯ 10 cm. ಅದನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ 7 ಇರುವ ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದರ ವಿದ್ಯುತ್ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ. $\left(\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\right)$

   (77.9 pF)

3. ಒಂದು ಗೋಳ ವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈ 2.7×10^{-10} C ಆವೇಶ ಭರಿಸಿದರೆ ಅದರ ವಿಭವ 45 V ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಹಾಗೂ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

(5.4 cm, 6 pF)

4. ಒಂದು ಗೋಳವಾಹಕದ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.6 m ಇದನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೀಲತೆ 6 ಇರುವ ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿರಿಸಿದರೆ ಅದರ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

$\left[4\times10^{-10}\,F\right]$

5. ಒಂದು ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ಫಲಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 0.1×0.15 m ಆಗಿದೆ. ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ 1 m. ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯಭಾಗವನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕ ನಿಯತಾಂಕ 5 ಇರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಿಂದ ತುಂಬಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಆಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿರಿ. ಆಧಾರಕವನ್ನು 1000 V ಗೆ ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದರೆ ಪ್ರತಿ ಫಲಕದ ಮೇಲಿನ ಆವೇಶ ಹಾಗೂ ಧಾರಕದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ. $\left(\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ F/m\right)$

[66.4 pF, 66.4 nc, 33.2×10^{-6} J]

6. 2μF, 4μF, 6μF ಧಾರಕತೆ ಇರುವ ಧಾರಕಗಳನ್ನು (i) ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ (ii) ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿರಿ.

[12/11 : 12]

7. ಎರಡು ಧಾರಕಗಳು ಶ್ರೇಣಿ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆ 12μF ಹಾಗೂ ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆ 50μF ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಅವುಗಳ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[30μF, 20μF]

8. ಎರಡು ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆ 5μF, 15μF . ಅವುಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ 1500 V ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಒಟ್ಟು ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹಾಗೂ ಪ್ರತಿ ಧಾರಕದ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.

[15/4μF, 1125V, 375V]

9. ಮೂರು ಧಾರಕಗಳ ಧಾರಕತೆ 5, 4, 3 μF ಆಗಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಎರಡನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿ ಮೂರನೆಯದನ್ನು ಅವಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಒಟ್ಟು ಜೋಡಣೆಯ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[5.22μF]

10. ಸಮಾಂತರ ಫಲಕ ಹವೆ ಧಾರಕದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಫಲಕಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $10^{-3}\,m^2$ ಇದೆ. ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆ 10pF ಆಗಲು ಎರಡು ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಇರಬೇಕಾದ ದೂರವೆಷ್ಟು ?

$(8.854\times10^{-4}m)$

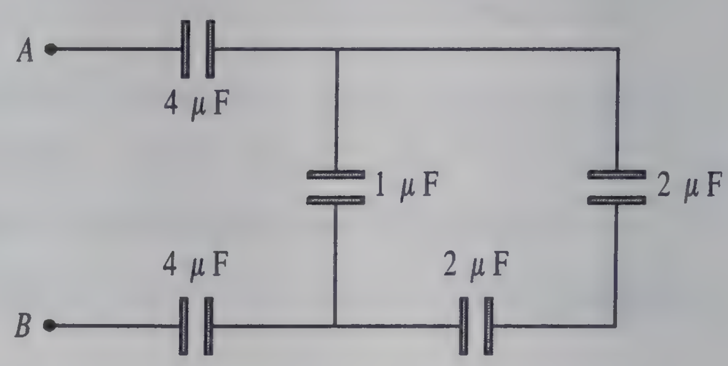
11. ಒಂದು ಕಾಗದ ಧಾರಕತೆ $0.0022\mu F$ ಆಗಿದೆ. ಅದರ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುತ್ ಶೀಲತೆ 3 ಹಾಗೂ ಕಾಗದದ ದಪ್ಪ 0.02m. ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಕಾಗದದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವೆಷ್ಟು ?

$(16.57\times10^{-4}\,m^2)$

12. ಧಾರಕತೆ $2\mu F, 3\mu F$ ಮತ್ತು $4\mu F$ ಇರುವ ಮೂರು ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ನಂತರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎರಡೂ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿನ ಫಲಿತಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿರಿ.

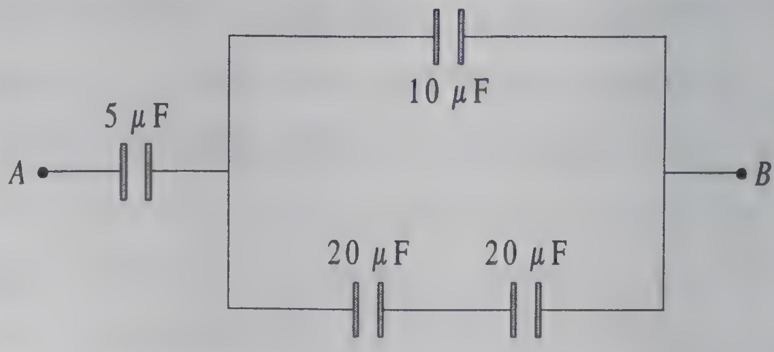
(4 : 39)

13. ಬದಿಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. *A* ಮತ್ತು *B* ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ಒಟ್ಟು ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರಿ.



$(1\mu F)$

14. ಈ ಬದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧಾರಕಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಸಂಗ್ರಹಿಸ ಬಹುದಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ. *A* ಮತ್ತು *B* ಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ 100 V.
$(25\times10^{-2}\,J)$



15. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ C_1, C_3, C_4 ಮತ್ತು C_5 ಗಳ ಧಾರಕತೆ 8μF ಮತ್ತು C_2 ನ ಧಾರಕತೆ 10μF. ಹೀಗಿದ್ದಾಗ *A* ಮತ್ತು *B* ಗಳ ನಡುವಿನ ಫಲಿತ ಧಾರಕತೆ ಎಷ್ಟು ?

(8μF)

16. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *A* ಮತ್ತು *B* ನಡುವಿನ ಧಾರಕತೆ ಎಷ್ಟು ? (ಎಲ್ಲ μF ಗಳಲ್ಲಿದೆ) (5μF)

17. *A* ಮತ್ತು *B* ಒಂದೊಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಬಲಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.

18. ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಆಂತರಿಕ ರೋಧ 0.5Ω ಧಾರಕದ ಫಲಕಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಆವೇಶ ಎಷ್ಟು ? (4μe)

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ 5 ಅಂಕಗಳ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

ವಿಭಾಗ ೪

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ

೧೨. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ

ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ನೋಟ

ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದ್ದದ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ಅನಿಲ ಅಣುಗಳಂತೆ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಚಾರವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಪ್ರವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ಅರ್ಥ ಒಂದು ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಸಮತಲವು ತಂತಿಯನ್ನು ಛೇದಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಎಡಬದಿಯಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಹಾಗೂ ಬಲ ಬದಿಯಿಂದ ಎಡಕ್ಕೆ ಹಾಯುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅದೇ ತಂತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ತಂತಿಯೊಳಗಿನ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. 10 ವೋಲ್ಟ್ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ನೀಡಬಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶವನ್ನು 6 ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ತಂತಿಯ ತುದಿಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ತಂತಿಯ ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ :

$E = 2\text{V}$ /ಮೀಟರ್

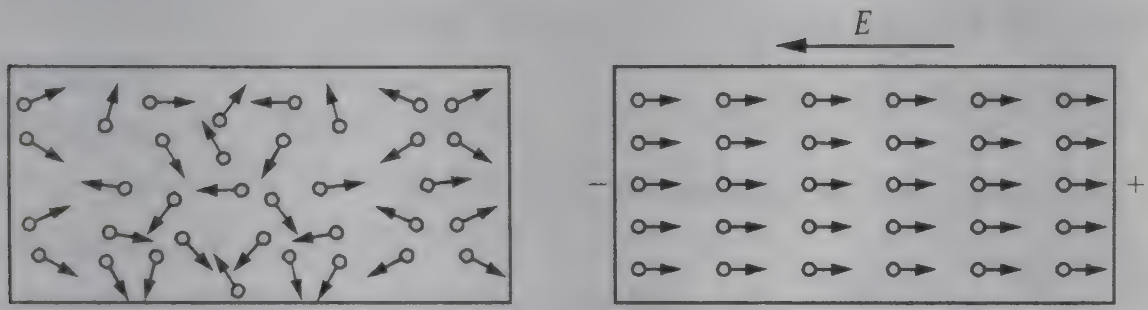
ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದಾಗಿ ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ $-E$ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಫಲಿತ ಚಲನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 12.1(b) ಹೀಗಾದಾಗ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ i ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಯ ಯಾವುದೇ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತದ ಮೂಲಕ t ಸಮಯದಲ್ಲಿ q ಪ್ರಮಾಣದ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ ಚಲಿಸಿದಾಗ :

$$i = \frac{q}{t} \qquad \dots (1)$$

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ (ಕರೆಂಟ್) ಅಳತೆಯ ಏಕಮಾನ **ಆಂಪೇರ್**. ಆವೇಶದ ಚಲನೆಯ

ದರ (ಕಾಲಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ) ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಇಲ್ಲದಿರುವಾಗ, $i = \frac{dq}{dt}$

ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು, ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ (E) ದಿಂದಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾಕೆಂದರೆ ಅವು ಸತತವಾಗಿ ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ಅಯಾನುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ, ಅಯಾನ್‌ಗಳ ಅಥವಾ ಅಣುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಆವರ್ತನೀಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು **ಜಾಲಕ** (*lattice*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಜಾಲಕ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಅಯಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದಾಗ ತಮ್ಮ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಯಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳದೆ ನಿಯತ ವೇಗದಿಂದ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಸರಾಸರಿ ನಿಯತ ವೇಗದಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳದೆ ಆವೇಶವಾಹಕಗಳು ಚಲಿಸಿದಾಗಿನ ವೇಗವನ್ನು **ಮಂದವೇಗ** (*drift velocity*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.



(*a*) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಅಡ್ಡಾದಿಡ್ಡಿ ಚಲನೆ (*b*) ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಮಚಲನೆ

ಚಿತ್ರ 12.1

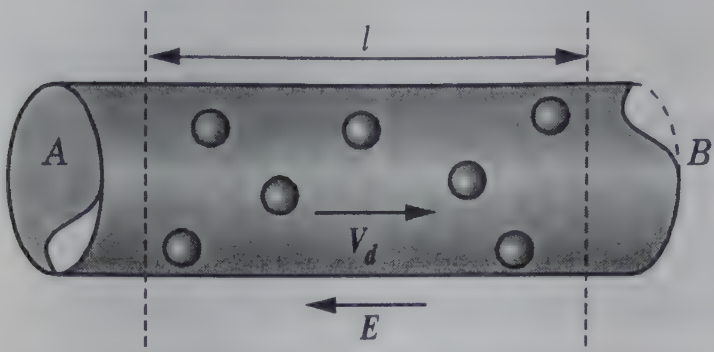
ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಆವೇಶ ವಾಹಕಗಳು ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸರಾಸರಿ ವೇಗವನ್ನು ಮುಂದವೇಗವೆಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.

ಅಣು ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿನ ಆವೇಶಗಳ ವೇಗಗಳ ಸರಾಸರಿ ವೇಗವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಂದವೇಗದ ಪ್ರತೀಕ V_d . ಮಂದವೇಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದದ್ದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ E. ಒಂದು ಏಕಮಾನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಡೆದುಕೊಂಡ ಮಂದವೇಗ (V_d) ದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಅದರ **ಚಲನಶೀಲತೆ** (*mobility*) ಎಂದು ಹೆಸರು. μ ಎಂಬ ಪ್ರತೀಕದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

$$\mu = \frac{V_d}{E} \quad m^2 / \text{volt-s} \qquad \dots (3)$$

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ



ಚಿತ್ರ 12.2

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ l ಉದ್ದ ಮತ್ತು A ಪ್ರಮಾಣದ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತದ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ V_d ಪ್ರಮಾಣದ ಮಂದವೇಗದಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ವಾಹಕದ ಗಾತ್ರ $V = Al$. ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ n ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಚಲಿಸಿದರೆ, V ಪ್ರಮಾಣದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ $N = n\,Al$.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆವೇಶ e ಆಗಿದ್ದಾಗ, ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ಆವೇಶ $Q = Ne$. ವಾಹಕದ ಉದ್ದ l ನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ t ಸಮಯ ಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, $l = V_d t$

ಇದರಿಂದಾಗಿ $Q = nAV_d te$

ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣ i ಆದಲ್ಲಿ

$$i = \frac{Q}{t} = \frac{nAV_d te}{t} = neAV_d$$

$$\boldsymbol{i = neAV_d} \quad \text{ಅಂತೆಯೇ,} \quad V_d = \frac{i}{nAe} = \frac{j}{ne}\left(\because j = \frac{i}{A}\right) \quad \ldots (4)$$

ಗಮನಿಸಿ : ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆದರೂ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶವು ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದೇ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತೇವೆ. j ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಂದ್ರತೆ - ಒಂದು ಸದಿಶ.

ಓಮ್‌ನಿಯಮದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ

ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶಗಳ ಮಂದವೇಗ :

$$\vec{V}_d = \frac{i}{nAe} \text{ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆ.}$$

ಅಡ್ಡಛೇದ A ಮತ್ತು ಉದ್ದ l ಇರುವ ಒಂದು ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ಕರೆಂಟ್ i ಆಗಿರಲಿ. ವಾಹಕದ ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ V ಆಗಿರಲಿ. e ಆವೇಶದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, E ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸಲಿ. ಹೀಗಿದ್ದಾಗ

$\vec{E} = \frac{V}{l}$ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಂದ್ರತೆ $\vec{j} = \frac{i}{A}$

ರೋಧತೆ (ρ) $= \frac{\vec{E}}{\vec{j}} = \frac{V/l}{i/A}$

ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ವಾಹಕಕ್ಕೆ l, A ಮತ್ತು ρ ನಿಯತವಾದ ಕಾರಣ :

$V \propto i$ ಅಥವಾ $V = iR$

ಇದನ್ನು ಓಮ್ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಓಮ್ ನಿಯಮ

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದ ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಇವುಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಸ್ಥಿರ ಎಂಬ ನಿಯಮ ತುಂಬಾ ಮಹತ್ವದ್ದು. ಈ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯೇ ವಾಹಕದ ರೋಧ (*resistance*). ಗಿಯೋರ್ಗ್ ಓಮ್ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು 1827ರಲ್ಲಿ ಶೋಧಿಸಿದರು. ಉಷ್ಣತೆ, ಉದ್ದ, ಗಾತ್ರವೇ ಮುಂತಾದ ಭೌತಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗಷ್ಟೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಲೋಹಗಳು ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತವೆ.



ಗಿಯೋರ್ಗ್ ಓಮ್

ಓಮ್ ನಿಯಮದ ಹೇಳಿಕೆ

ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಭೌತಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವು ಈ ವಾಹಕದ ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಿವರಣೆ : V ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಭವಾಂತರದಿಂದಾಗಿ I ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದರೆ,

$V \propto I$ ಅಥವಾ $V = IR$ ... (5)

R ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ವಾಹಕದ ರೋಧವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ರೋಧವು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ವಾಹಕವು ಒಡ್ಡುವ ತಡೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

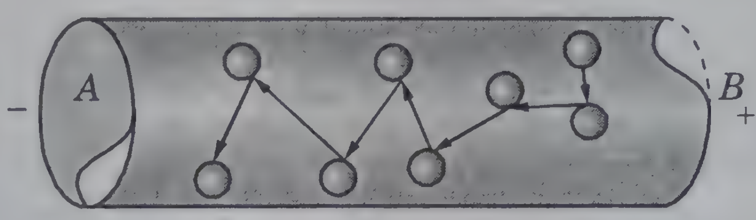
ರೋಧದ ಮಾನ (*Unit of resistance*)

ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧದ ಎಸ್ಐ ಏಕಮಾನ **ಓಮ್**. ಪ್ರತೀಕ Ω. ವಾಹಕವೊಂದರ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭವಾಂತರ ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ಇದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು

ಆಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿದರೆ ಆಗ ವಾಹಕದ ರೋಧ ಒಂದು ಓಮ್.

ರೋಧದ ಉಗಮ

ವಾಹಕವೊಂದರಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶಗಳನ್ನು ಒಂದು ಪೈಪ್‌ನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಒತ್ತಡದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ನೀರು ಹರಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಾಂತರದಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಪೈಪಿನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣವು ಅದರ ಉದ್ದ, ರಂಧ್ರ ಕಿರಿದಾಗಿದೆಯೆ ಅಥವಾ ಅಗಲವಾಗಿದೆಯೆ, ಪೈಪಿನ ಒಳಗೆ ಮರಳು ಮುಂತಾದ ತಡೆಗಳೇನಾದರೂ ಇವೆಯೆ ಮುಂತಾದ ಭೌತಿಕ ಕಾರಣಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುವಂತೆಯೆ ವಾಹಕದ ರೋಧವೂ ಅನೇಕ ಭೌತಿಕ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 12.3 ರೋಧದ ಉಗಮ

ವಾಹಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಅಯಾನುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವುದರಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳ ಚಲನೆಗೆ ತಡೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ರೋಧತೆಗೆ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಆಯಾನುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದನಂತರ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗೆ (*collision*) ಅನುವು ನೀಡುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

1. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಚಾಲಕ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಅಯಾನ್‌ಗಳು ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.
2. ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸೇರ್ಪಡೆಯಿಂದಾಗಿ ವಾಹಕ ಅಶುದ್ಧವಾಗಿರಬಹುದು.
3. ಸ್ಫಟಿಕ ಜಾಲಕದಲ್ಲಿ ದೋಷಗಳಿರಬಹುದು.

ಇಂತಹ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ರೋಧ ಹಾಗೂ ರೋಧತೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ರೋಧತೆ (*Resistivity*)

ವಾಹಕದ ರೋಧವು ಬೃಹದ್ದರ್ಶಕೀಯ (*macroscopic*) ಪರಿಣಾಮವಾದರೆ ರೋಧತೆಯು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ (*microscopic*) ಪರಿಣಾಮ. ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಾಗುವುದು ಬೃಹದ್ದರ್ಶಕೀಯ ಪರಿಣಾಮಗಳಾದ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವ (V), ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ (I) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧ (R). ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧವು ವಾಹಕದ ಉದ್ದಕ್ಕೆ (L) ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಅದರ ಅಡ್ಡವೇಧ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ(A)ಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತವಾಗಿಯೂ ಬದಲಾಗುವುದು ಸಾಬೀತಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ,

$$R \propto \frac{L}{A} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad R = \frac{\rho L}{A} \qquad \text{.... (6)}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ 'ρ' ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ. ಇದು ವಾಹಕದ ಪದಾರ್ಥದ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ಹಾಗೂ ಇದು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯಗುಣ ಎಂದು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಇದನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ರೋಧತೆ (*resistivity*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಶಿಷ್ಟರೋಧವೆಂದು ಕರೆಯುವುದೂ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ.

$R = \frac{\rho L}{A}$ ನಲ್ಲಿ $L = 1$ ಮೀಟರ್, $A = 1$ ಚ. ಮೀಟರ್

ಆದಾಗ $R = \rho$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ರೋಧತೆಯ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ

ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಒಂದು ಚದರ ಮೀಟರ್ ಅಡ್ಡಛೇದದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದು ವಾಹಕದ ತಂತಿಯ ರೋಧವು ಅದರ ವಸ್ತುವಿನ ರೋಧತೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ರೋಧತೆಯನ್ನು ಓಮ್ - ಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುವುದು.

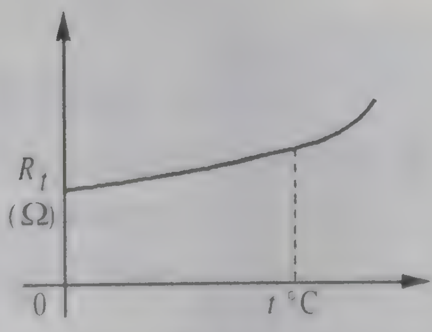
ಗಮನಿಸಿ : ಮೇಲಿನ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಸಮವರ್ತಿ (*isotropic*) ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಎಲ್ಲಾ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ರೋಧತೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ಗುಣವಾದ ಪ್ರವಾಹಸಾಂದ್ರತೆ (*current density*)ಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ವಾಹಕದ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತದ ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವೇ, ಪ್ರವಾಹ ಸಾಂದ್ರತೆ (j)

$j = \frac{i}{A}$ ಇದೊಂದು ಸದಿಶ. $\rho = \frac{E}{j}$ 'ತಾಮ್ರದ' ρ ಬೆಲೆ, $1.7 \times 10^{-8}\,\Omega m$

ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ

ಓಮ್ ನಿಯಮ ಉಷ್ಣತೆ ಬದಲಾಗದಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಪಾಲಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆಂದು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಜಾಲಕ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಯಾನುಗಳ ಕಂಪನವೂ ಹೆಚ್ಚಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆ ವೃದ್ಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಾಹಕದ ರೋಧ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಲೋಹಗಳಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 12.4

ಈ ಹೆಚ್ಚಳ ಸರಳಾನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಾಹಕದ ರೋಧವನ್ನು $0°C$ ನಲ್ಲಿ R_0 ಎಂದೂ $t°C$ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ R_t ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಎರಡೂ ರೋಧಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು

$R_t = R_0 (1+\alpha t)$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಇಲ್ಲಿ α ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ. ಇದು ರೋಧದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು **ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ : $\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t}$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. .... (7)

ಗಮನಿಸಿ : ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕದ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗೆ, $\alpha = \frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{dt}$ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

α ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ

ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ರೋಧದ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೂ, ಮೊದಲಿದ್ದ ರೋಧಕ್ಕೂ ಇರುವ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಉಷ್ಣತೆ $t_1°C$ ಮತ್ತು $t_2°C$ ನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ರೋಧವು R_1 ಮತ್ತು R_2 ಆಗಿದ್ದಾಗ ;

$R_1 = R_0(1+\alpha t_1)$ ಮತ್ತು

$R_2 = R_0(1+\alpha t_2)$ ಎಂದು ಬರೆದು

$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} /°C$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

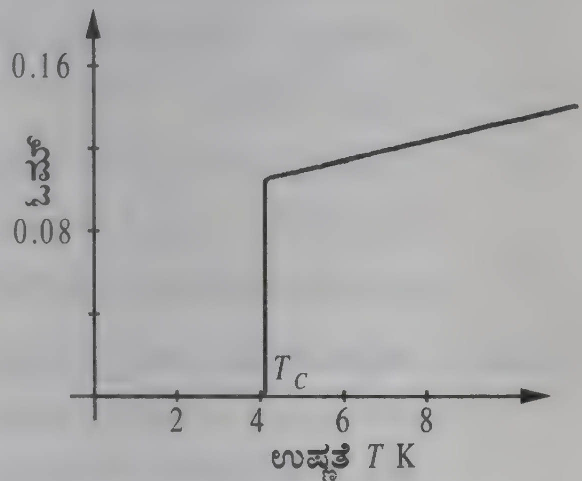
'α' ದ ಬೆಲೆಯು ಲೋಹಗಳಿಗೆ ಸುಮಾರು $10^{-3} /°C$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳಿಗೆ ಈ ಬೆಲೆ ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೇ ರ್ಹಿಯೋಸ್ಟಾಟ್, ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಮುಂತಾದವುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಮ್ಯಾಂಗಾನಿನ್, ನೈಕ್ರೋಮ್, ಕಾನ್‌ಸ್ಟನ್‌ಟನ್ ಮುಂತಾದ ವ್ಯವಹಾರಿಕ ಹೆಸರುಗಳಿವೆ.

ಅಧಿವಾಹಕತೆ *(super conductivity)*

ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ (ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮೀಪ) ಕೆಲವು ಶುದ್ಧ ಲೋಹ ಹಾಗೂ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು ಮಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಹನಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠರೋಧ ತೋರುವ ಗುಣವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳಿಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ರೋಧವು ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಆ ಲೋಹವು ಅಪರಿಮಿತವಾದ ವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು **ಕ್ರಾಂತಿ ಉಷ್ಣತೆ (T_c)** (*critical temperature*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಾಹಕದ ಉಷ್ಣತೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ರೋಧ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅಧಿವಾಹಕ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪೀತಲುಪುತ್ತವೆಂದು ಭಾವಿಸಬಾರದು. ತಾಮ್ರದ ರೋಧವು ಶೂನ್ಯವಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಪಾದರಸದ ಅಧಿವಾಹಕ ಗುಣವನ್ನು ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದವರು ನೆದರ್ಲ್ಯಾಂಡ್ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕ್ಯಾಮರ್‌ಲಿಂಗ್ ಓನ್ನೆಸ್ (1911).



ಕ್ಯಾಮರ್‌ಲಿಂಗ್ ಓನ್ನೆಸ್



ಚಿತ್ರ 12.5 ಪಾದರಸದ ರೋಧ 4.2 K ನಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ

ಗಮನಿಸಿ :

1. **ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟ ಅಧಿವಾಹಕದ T_c ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ರಬಲ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕ ವಸ್ತು ತನ್ನ ಅಧಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತುವಿನಂತೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.**
2. **ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು 1957ರಲ್ಲಿ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದವರು ಬಾರ್ಡಿನ್, ಕೂಪರ್ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಫರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು. ಈ ಮೂವರು ನೀಡಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ *BCS* ಸಿದ್ಧಾಂತ ಎಂದು ಹೆಸರು.**
3. **ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಈಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಭರದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಡಿಸೆಂಬರ್ 1985ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಮ್ಯುಲ್ಲರ್ ಮತ್ತು ಬೆಡ್‌ನೋರ್ಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು 35K ನಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕತೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಪಿಂಗಾಣಿ ಮಿಶ್ರಲೋಹವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದರು. ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಒಂದು ವರ್ಷದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ (1987) ಅವರಿಬ್ಬರಿಗೂ ನೊಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ದೊರೆಯಿತು.**



4. ಸಧ್ಯದಲ್ಲಿ $T_c = 180$ K ನಷ್ಟು ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕತ್ವ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಮಿಶ್ರಲೋಹವನ್ನು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿಯೂ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

5. ಕ್ರಾಂತಿಕ್ಷೇತ್ರ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಸಮೀಪದ ಉಷ್ಣತೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕ ಸ್ಥಿತಿ ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಇಂತಹ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿ ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಸಹಸಂಬಂಧಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಧಿವಾಹಕ ಪದಾರ್ಥವೊಂದನ್ನು ಅನ್ವಿತಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಉಪಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ತಂಪಾಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ತನ್ನೊಳಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಂತೀಯ ಅಭಿವಾಹವನ್ನೂ ಹೊರದೂಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಮೈಸ್ನರ್ ಪರಿಣಾಮ (meissner effect). ಅಧಿವಾಹಕ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಡಯಾಕಾಂತಿಯ ಎಂದು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸುವ ಇದನ್ನು ವಾಲ್ಟರ್ ಮೈಸ್ನರ್ 1933ರಲ್ಲಿ ಶೋಧಿಸಿದರು.

ಅಧಿವಾಹಕಗಳ ಅನ್ವಯಗಳು

1. ಮುಂದೊಮ್ಮೆ ಸುಮಾರು 300K ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಧಿವಾಹಕಗಳು ದೊರೆತಾಗ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಪ್ರೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಸೋರಿಹೋಗುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

2. ಅಧಿವಾಹಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತಗಳ ಸುತ್ತಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ ಅಪಾರ. ಈಗಾಗಲೇ 4 ರಿಂದ 5 ಟೆಸ್ಲಾ ತೀವ್ರತೆಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತಗಳು ನಿರ್ಮಾಣಗೊಂಡಿವೆ.

3. ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲ (*SQUIDS*) (*Super conducting Quantum Interference Device*) ಎಂಬ ಸಾಧನವನ್ನು ನರರೋಗ ತಜ್ಞರು ಈಗಾಗಲೇ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

4. ತರ್ಕ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿನ ಕವಾಟಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಗಣಕಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅಧಿವಾಹಕಗಳ ಬಳಕೆ ಇಲ್ಲಿ ಅನನ್ಯ.

5. ಅಧಿವಾಹಕ ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಹಾರುವ ರೈಲನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದು. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸೆಳೆತಕ್ಕೂ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ತೂಕವೇ ಇಲ್ಲವೇನೋ ಅನ್ನುವಂತೆ, ಮೇಲಕ್ಕೇರುವ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ವಾಯುಲಘಿಮಾ (*levitation*) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅಧಿವಾಹಕಗಳಿಂದ ಈ ಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಬರುವ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಮೈಕ್ರೋ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಲ್ಲಿ ಅಧಿವಾಹಕಗಳು ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಲಿವೆ.

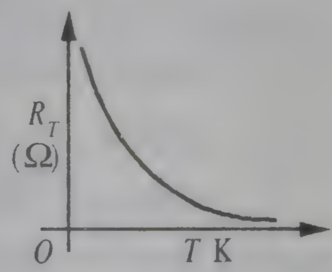
ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ರೋಧವು ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಬಹುಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗೂ ಇವು ಸ್ಪಂದಿಸಿ, ರೋಧದಲ್ಲಿ

ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಗುಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು **'ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್'** ಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಅರೆವಾಹಕ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ರೀತಿ ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಅರೆವಾಹಕವಾದ ಲೋಹಗಳ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ಇವುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇವು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಮಣಿಗಳ, ತಟ್ಟೆಗಳ ಅಥವಾ ಸ್ಥಂಭಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿರಬಹುದು. ಎರಡು ಪ್ಲಾಟಿನಂ ತಂತಿಗಳು ಇವುಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಸೀಲ್ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳ ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕವು ಧನರೂಪವಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದು, ಋಣರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಆದರೆ ಋಣಚಿಹ್ನೆಯ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳೇ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ರೋಧತೆಯು ಉಷ್ಣತೆ ಬದಲಾದಾಗ ಹೇಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆಂಬುದರ ರೇಖಾ ಚಿತ್ರ 12.6 ಗಮನಿಸಿ



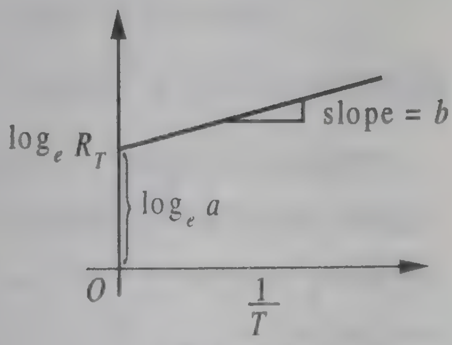
ಚಿತ್ರ 12.6

ಈ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು $R = ae^{-b/T}$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ a ಮತ್ತು b ಗಳು ನಿಯತಾಂಕಗಳು. ಇವು ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಬಳಸಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ.

T_1 ಮತ್ತು T_2 ಎಂಬ ಎರಡು ಉಷ್ಣತೆಗಳಲ್ಲಿ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ ರೋಧ R_1 ಮತ್ತು R_2 ಆದರೆ ಅದರ ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ

$$\alpha = \frac{2.303[\log R_1 - \log R_2]}{T_1 - T_2}$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ವಾಹಕಗಳಿಗಿಂತ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ α ದ ಬೆಲೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಮೊದಲಿನ ಬೆಲೆಗೆ ಬಂದ ಕೂಡಲೇ, ಅದರ ರೋಧವು ಮೊದಲಿನ ಬೆಲೆಯನ್ನೇ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.



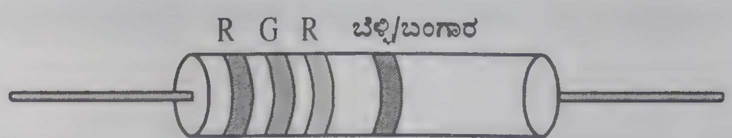
ಚಿತ್ರ 12.7

ಥರ್ಮಿಸ್ಟರಿನ ಉಪಯೋಗಗಳು : ಇವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವುದರಿಂದ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಜನಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿದೆ.

1. ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.
2. ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವಾಗಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಈ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಅಳೆಯಬಹುದು.
3. ಇವು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕೂಡ ಗುರುತಿಸುತ್ತವೆ.
4. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲುಂಟಾದ ಏರಿಳಿತಗಳಿಂದ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಧಕ್ಕೆ ಒದಗಬಹುದು. ಇದು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮುಂತಾದ ಉಪಕರಣಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯದಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಕಡೆ ಸಮತೋಲಿಕಗಳಾಗಿ *(compensator)* ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.
5. ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲೂ ಇವು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ.
6. ವರ್ಧಕಗಳಲ್ಲಿ, ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆ ಕೊಡುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ರೇಡಿಯೋ ಆವೃತ್ತಿಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸುತ್ತಾರೆ.
7. ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಭೌತಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಉಷ್ಣತೆಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಒತ್ತಡಮಾಪಕ ಮುಂತಾದವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ದಿನಗಳೆದಂತೆ ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗ ವ್ಯಾಪಕವಾಗುತ್ತಿದೆ.
8. ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ, ನಿರ್ವಾತಗಳಿಗೆಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಸರ್ಜನೆಗೆ ಓಮ್ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವರ್ಣಸಂಕೇತ *(colour code)*

ಆಧುನಿಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ರೋಧಗಳ ಗಾತ್ರ ತೀರ ಚಿಕ್ಕದು, ಅವುಗಳ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಅಂಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಣ್ಣದ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಹಾಕಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣವೂ ಒಂದೊಂದು ಅಂಕಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯವಾಗಿ ಬಳಸಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಇಂಡಸ್ಟ್ರೀಸ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಮಾಹಿತಿ ನೀಡಿದೆ. ಇದೇರೀತಿ ಧಾರಕಗಳಿಗೂ ವರ್ಣಸಂಕೇತ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 12.8

ಬಣ್ಣದ ಸಂಕೇತ ಪಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ರೋಧದ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಬಳಿದಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಆ ತುದಿಯಿಂದ ಬಲಗಡೆಗೆ ಓದಬೇಕು. ತುದಿಯ ಹತ್ತಿರದ ಮೊದಲ ವರ್ಣಪಟ್ಟೆ ಮೊದಲ ಅಂಕವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *R* ಅಂದರೆ ಕೆಂಪು (*red*) ಇದರ ಬೆಲೆ 2. ಎರಡನೆಯದು ಹಸುರು (*green*) ಇದರ ಬೆಲೆ 5. ಮೂರನೆಯ ಪಟ್ಟೆಯ ಬಣ್ಣ, ಈಗಾಗಲೇ ಗುರುತಿಸಿರುವ ಅಂಕಗಳ ಮುಂದೆ ಹಾಕಬಹುದಾದ ಸೊನ್ನೆಗಳನ್ನು ಸಂಕೇತಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಮೂರನೆಯದು *R* ಅಂದರೆ ಕೆಂಪು. ಇದರ ಬೆಲೆ 2 ಅಂದರೆ ಎರಡು ಸೊನ್ನೆಹಾಕಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ; *R, G, R* ಇದ್ದಾಗ ರೋಧದ ಬೆಲೆ = 2500Ω. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಪಟ್ಟೆಗೆ ಬಂಗಾರ ಅಥವಾ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಬಣ್ಣ ಬಳಿದಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವು ರೋಧದ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ನಿಖರವೆಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಗೆ ಸಹನ ಶಕ್ತಿ (*tolerance*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳ್ಳಿ ಪಟ್ಟೆಗೆ 10% ಮತ್ತು ಚಿನ್ನದ ಪಟ್ಟೆಗೆ 5% ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಪಟ್ಟೆಗಳು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಸಹನಶಕ್ತಿ (*tolerance*) 20 ಎಂದು ಊಹಿಸಬೇಕು.

ಕಾರ್ಬನ್ ರೋಧಗಳಿಗೆ ವರ್ಣ ಸಂಕೇತ

ಬಣ್ಣ	ಅಂಕಿ	ಗುಣಕ	ಸಹನಶಕ್ತಿ
ಕಪ್ಪು (*black*)	0	10^0	
ಕಂದು (*brown*)	1	10^1	
ಕೆಂಪು (*red*)	2	10^2	
ಕಿತ್ತಳೆ (*orange*)	3	10^3	
ಹಳದಿ (*yellow*)	4	10^4	
ಹಸುರು (*green*)	5	10^5	
ನೀಲಿ (*blue*)	6	10^6	
ನೇರಿಳೆ (*violet*)	7	10^7	
ಬೂದು (*grey*)	8	10^8	
ಬಿಳಿ (*white*)	9	10^9	
ಚಿನ್ನ (*gold*)	-	-	+ 5%
ಬೆಳ್ಳಿ (*silver*)	-	-	+ 10%
ಯಾವ ಬಣ್ಣವು ಇಲ್ಲ	-	-	+ 20%

ಗಮನಿಸಿ :

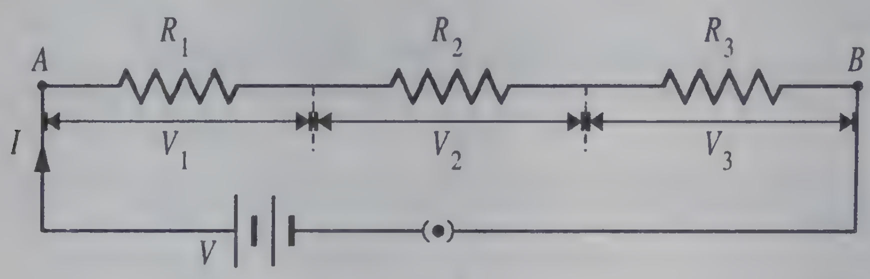
10Ω ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ರೋಧ ಬೇಕಾದಾಗ ನೆರವಾಗಲು, ಮೂರನೆ ಪಟ್ಟೆಗೆ ಚಿನ್ನ ಅಥವಾ

ಬೆಳ್ಳಿ ಗೆರೆ ಹಾಕಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ 0.1 ಮತ್ತು 0.01ಗಳಿಂದ ಗುಣಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ R, G ಜೊತೆಗೆ ಚಿನ್ನದ ಗೆರೆಯಿದ್ದಾಗ ;

$$25 \times 0.1 = 2.5\Omega$$

ರೋಧಗಳ ಶ್ರೇಣಿಬಂಧ

ಶ್ರೇಣೀಬಂಧವೇರ್ಪಡಲು ; $R_1, R_2, R_3.....$ ಮುಂತಾದ ರೋಧವುಳ್ಳ ರೋಧಕಗಳನ್ನು ತುದಿಯಿಂದ ತುದಿಗೆ ಸೇರಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಜೋಡಿಸಿದ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ರೋಧಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿರುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟು ವಿಭವಾಂತರ V ಯು, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೋಧಕಗಳ ವಿಭವಾಂತರಗಳ ಮೊತ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಓಮ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, $V_1 = IR$, $V_2 = IR_2$, $V_3 = IR_3$ ....



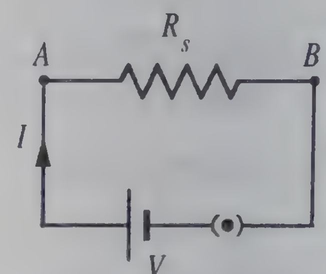
ಚಿತ್ರ 12.9

'R_s' ಎಂಬುಗು ಮಂಡಲದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ ಆದಲ್ಲಿ, $V = IR$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, $V = V_1 + V_2 + V_3$

ಅಥವಾ $IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$



ಚಿತ್ರ 12.10

ಇದರ ತಾತ್ಪರ್ಯ ; ಶ್ರೇಣೀ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ರೋಧವು, ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೋಧಗಳ ಮೊತ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೌಲ್ಯದ ರೋಧಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, ಅನೇಕ ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಯ ರೋಧಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣೀ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು.

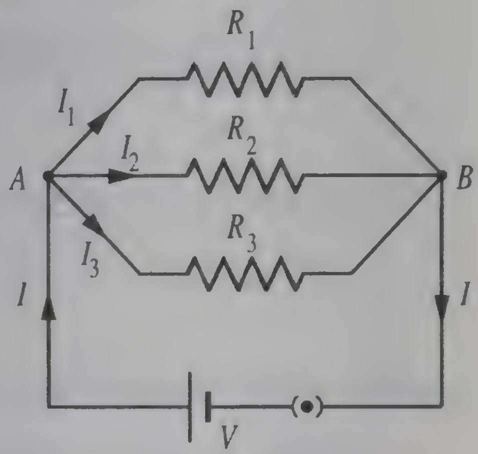
ರೋಧಗಳ ಶಾಖಾಬಂಧ

ಇದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೋಧಕಗಳ ತುದಿಯನ್ನು ಎರಡು ಸಾಮಾನ್ಯ (*common*) ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ (ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು B) ಸೇರಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ರೋಧಕಗಳ

ವಿಭವಾಂತರಗಳೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬೆಲೆ ಮಾತ್ರ, ಅವುಗಳ ರೋಧಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ, ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದಿಂದ ಪಡೆದ ವಿದ್ಯುತ್ತು I ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿದ್ದಾಗ, ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ I_1, I_2, I_3 ಮುಂತಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ, $I = I_1 + I_2 + I_3 + ...$ ಮಂಡಲದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ R_p ಆಗಿದ್ದರೆ, ಓಮ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ :

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2}\; I_3 = \frac{V}{R_3}, ...$$



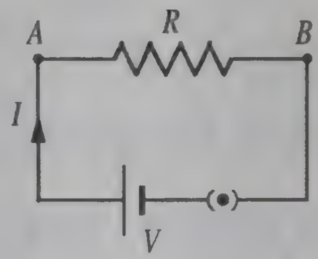
ಚಿತ್ರ 12.11

ಮತ್ತು $I = \frac{V}{R_p}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ಅಥವಾ $$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



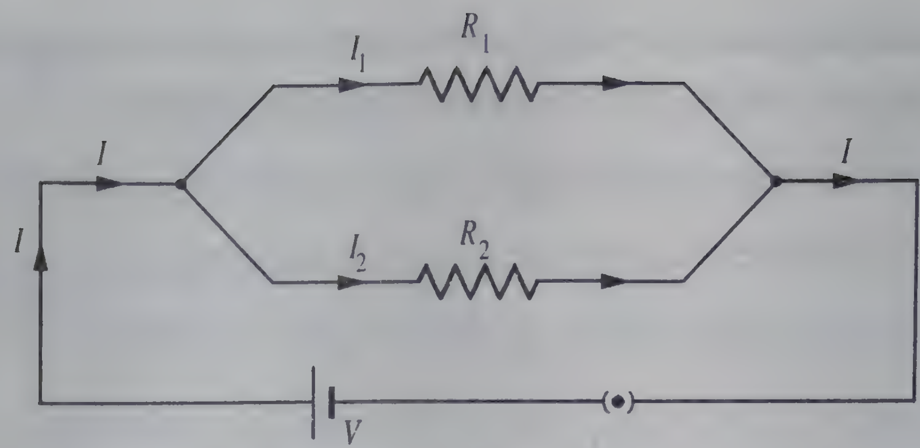
ಚಿತ್ರ 12.12

ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ, ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧದ ವ್ಯತ್ಕ್ರಮವು, ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ರೋಧಗಳ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮದ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿನ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧವು ಯಾವಾಗಲೂ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ಕನಿಷ್ಠ ರೋಧಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ.

ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ

ಸರಳತೆಗಾಗಿ ಕೇವಲ ಎರಡು ರೋಧಕಗಳನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಅವುಗಳ ರೋಧ R_1 ಮತ್ತು R_2 ಆಗಿರಲಿ. A ಮತ್ತು B ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ V ಆಗಿರಲಿ. ಆಗ, $V = I_1R_1 = I_2R_2$



ಚಿತ್ರ 12.13

I ಎಂಬುದು ಪೂರ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಾದರೆ,

$$I_2 = I - I_1$$

ಆಗ $I_1 R_1 = (I - I_1) R_2$

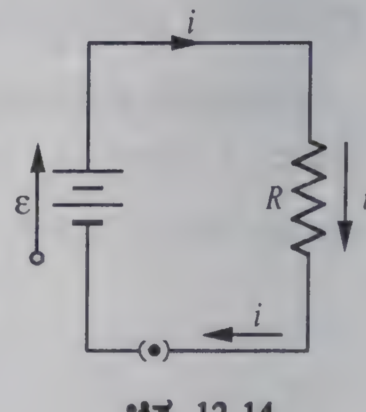
$I_1 R_1 + I_1 R_2 = I R_2$ ಅಥವಾ $I_1 (R_1 + R_2) = I R_2$

$\therefore \quad I_1 = \dfrac{IR_2}{R_1 + R_2}$ ಇದೇ ರೀತಿ $I_2 = \dfrac{IR_1}{R_1 + R_2}$

ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಶಾಖಾ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ

ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ವಾಹಕವೊಂದರ ಎರಡು ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ, ಅದು ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡುವ ರೋಧ ಮುಂತಾದವುಗಳ ಅರಿವು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 12.14

ನಾವು ದಿನನಿತ್ಯ ಬಳಸುವ ಬ್ಯಾಟರಿ, ಜೆನರೇಟರ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಸಾಧನೆಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಪೂರೈಕೆ ಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಎಂಎಫ್ (*emf*) ಎಂದು ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ *emf* ಅನ್ನು ಒಂದು ಬಾಣದ ಗುರುತಿನಿಂದ ತೋರಿಸಿದೆ. ಕರೆಂಟನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಬಾಣದಿಂದ ಇದನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಅದರ ಬಾಲದ ತುದಿಗೆ ಒಂದು ವರ್ತುಲವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ.

ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾದ ಬ್ಯಾಟರಿಯು ಅದರೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಧನ ಆವೇಶವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ವಿಭವದ ಋಣ ಧ್ರುವದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಭವದ ಧನಧ್ರುವದತ್ತ ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಸಾಗಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರಬೇಕು.

ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸದಿಂದ ಅದರ *emf* ಅನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

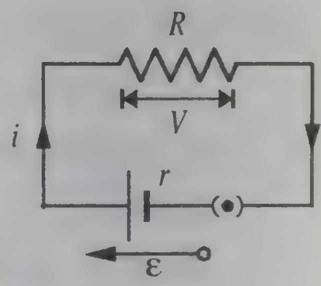
$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dq}\,\text{J/c} \quad \text{ಅಥವಾ ವೋಲ್ಟ್} \ (V)$$

ವ್ಯಾಖ್ಯೆ

ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಸಲು ಏಕಮಾನ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸದ ಪ್ರಮಾಣವೇ ಇಎಮ್‌ಎಫ್. ಇದರ ಎಸ್‌ಐ ಏಕಮಾನ ವೋಲ್ಟ್.

ಬ್ಯಾಟರಿಯಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಓಮ್ ನಿಯಮದ ಅನ್ವಯ



ಚಿತ್ರ 12.15

ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾದ ಬ್ಯಾಟರಿಯಲ್ಲಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿಯುವಿಕೆಗೆ ತಡೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಆಂತರಿಕ ರೋಧ (r) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶವು ಎರಡು ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಆಂತರಿಕ ರೋಧದಲ್ಲಿ ಆವೇಶಗಳ ಚಲನೆಗಾಗಿ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸ. ಎರಡನೆಯದು, ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ರೋಧ ದ (R) ಮೂಲಕ ಆವೇಶಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸ. ಇದನ್ನು

emf = ಆಂತರಿಕ ರೋಧದ ವಿಭವಾಂತರ + ಬಾಹ್ಯರೋಧದ ವಿಭವಾಂತರ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಓಮ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ,

$$\varepsilon = ir + iR = i(R + r)$$

$$\therefore \quad i = \frac{\varepsilon}{R + r} \qquad \text{ಜೊತೆಗೆ} \quad V = iR = \frac{\varepsilon R}{R + r}$$

ಅಥವಾ $V = \varepsilon - ir$ ಇದು ಸರಣಿ ತುದಿ ವಿಭವಾಂತರ (*terminal potential difference*).

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ V ಯಾವಾಗಲೂ ε ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆಂತರಿಕ ರೋಧ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ $V = \varepsilon$. ಇದನ್ನು ಆಧರಿಸಿ *emf* ಅನ್ನು ಹೀಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವು, ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶವಿರುವ ಮಂಡಲವನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸದಿರುವಾಗ, ಅದರ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : *emf* ಹಾಗೂ ವಿಭವಾಂತರಗಳೆರಡನ್ನೂ ವೋಲ್ಟ್ ಏಕಮಾನದಿಂದ ಅಳೆದರೂ, ಅವೆರಡಕ್ಕೂ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಕಾರ್ಯ - ಕಾರಣ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ವಿಭವಾಂತರ ಕಾರ್ಯವಾದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಇಎಂಎಫ್. ಇಎಂಎಫ್ ವಿಪರ್ಯಶೀಲ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾದರೆ, ವಿಭವಾಂತರ ಅವಿಪರ್ಯಶೀಲ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದಿಂದ ಕರೆಂಟನ್ನು ಪಡೆಯದಿದ್ದಾಗಲೂ ಇಎಂಎಫ್ ಇರುತ್ತದೆ. ರೋಧಕದಲ್ಲಿ ವಿಭವಾಂತರ ಮಾಡಲು ಕರೆಂಟ್ ಇರಲೇಬೇಕು.

ಆವೇಶದ ಚಲನೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ, $w = Vq = Vit = i^2Rt$ ಇದೇ ರೀತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $P = i^2R = Vi = \dfrac{v^2}{R}$.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **2V ವಿದ್ಯುಜ್ಚಾಲಿತಬಲವುಳ್ಳ ಮತ್ತು 0.2 ಓಮ್ ಆಂತರಿಕರೋಧವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕೋಶವನ್ನು 12 ಓಮ್ ರೋಧವುಳ್ಳ ಒಂದು ರೋಧಕಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ರೋಧಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಅದರ ತುದಿಗಳ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

ದತ್ತ : $E = 2\text{V}, \ r = 0.2\Omega, \ R = 12\Omega$

ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ, $i = \dfrac{E}{R+r}$

$$= \frac{2}{12+0.2} = 0.164\text{A}$$

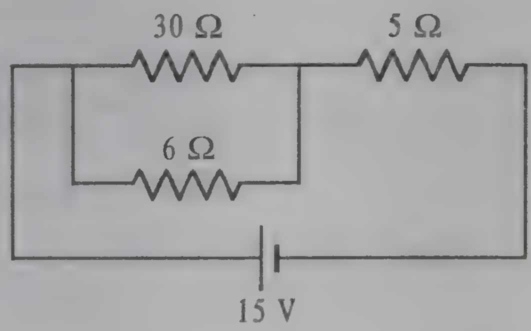
ವಿಭವಾಂತರ $V = IR = 0.164 \times 12$

ವಿಭವಾಂತರ $= 1.968\text{V}$

2. 30 ಓಮ್ ರೋಧವುಳ್ಳ ಒಂದು ತಂತಿಯನ್ನು 6Ω ತಂತಿಯೊಂದಿಗೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. 15V ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲವುಳ್ಳ ಕೋಶವನ್ನು ಮತ್ತು 5Ω ತಂತಿಯೊಂದನ್ನು ಇವುಗಳಿಗೆ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದರೆ 30Ω ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೆಷ್ಟು ?

ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ತಂತಿಗಳ ಒಟ್ಟು ರೋಧ

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{30}+\frac{1}{6}=\frac{6}{30}\ \therefore R=5\Omega$$



ಮಂಡಲದ ಒಟ್ಟು ರೋಧ

$$5+5=10\Omega$$

$$I=\frac{E}{R}=\frac{15}{10}=1.5\text{A}$$

ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ $I_1=\frac{IR_2}{R_1+R_2}=\frac{1.5\times 6}{30+6}=\mathbf{0.25A}$

3. ಒಂದು ತಂತಿಯ ಉದ್ದ 2.2 m ಮತ್ತು ಅದರ ವ್ಯಾಸ 0.36mm ಇದೆ. ಅದರ ರೋಧ 4Ωಇದ್ದಾಗ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$L=2.2\text{m}$, $D=0.36\text{mm}=0.36\times10^{-3}\text{m}$, $R=4\Omega$

ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧ $\rho=\frac{RA}{L}$

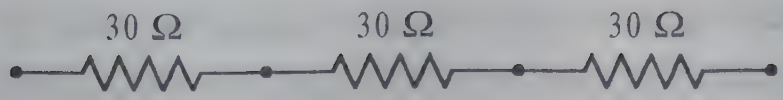
$$=R\times\frac{\pi D^2}{4}\times\frac{1}{L}\ =\frac{4\times3.142\times\left(0.36\times10^{-3}\right)2}{4\times2.2}$$

ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧ = $\mathbf{1.85\times10^{-7}\ \Omega m}$

4. ನಿಮಗೆ 30Ω ರೋಧವುಳ್ಳ ಮೂರು ರೋಧಕಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟು ಬಗೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬಹುದು? ಪ್ರತಿರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿರೋಧದ ಬೆಲೆಯೇನು ?

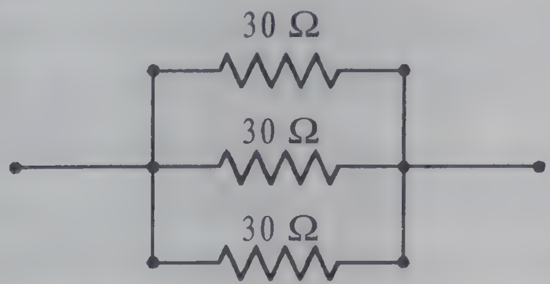
ರೋಧಕಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬಹುದು.

ಪರಿಣಾಮ ರೋಧ : (1) ರಲ್ಲಿ $30+30+30=90\Omega$

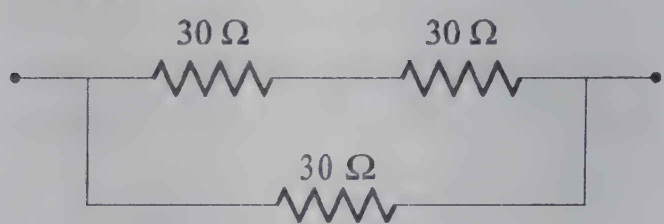


(2)ರಲ್ಲಿ $\frac{1}{R}=\frac{1}{30}+\frac{1}{30}+\frac{1}{30}=\frac{3}{30}$

$R=10\Omega$



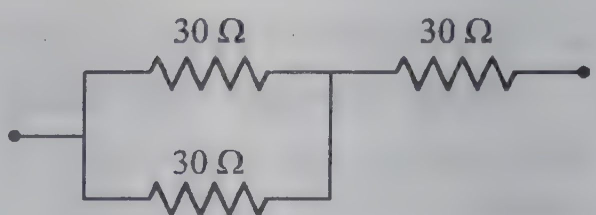
(3)ರಲ್ಲಿ 30 + 30 = 60



$\frac{1}{R}=\frac{1}{30}+\frac{1}{60}+=\frac{3}{60}$

$R=20\Omega$

(4)ರಲ್ಲಿ $\frac{1}{R}=\frac{1}{30}+\frac{1}{30}+=\frac{2}{30}$



$R=30+15 = 45\Omega$

ಪರಿಣಾಮ ರೋಧ $=45\Omega$

5. ಒಂದ ವಿದ್ಯುದೀಪದ ರೋಧ 20°C ನಲ್ಲಿ 35.8Ω ಇದೆ. ಅದನ್ನು 120V ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ 0.33A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೆ, ಆಗ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯೆಷ್ಟು ? (ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್‌ನ ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕ = $4.6\times10^{-6}/°C$)

ದತ್ತ $t_1=20°C$, $R_1=35.8\Omega$, $V_2=120V$,

$I_2 0.33A$, $\rho=4.6\times10^{-6}/°C$

ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ, ಓಮ್ ನಿಯಮದಿಂದ, $V_2=I_2R_2$

$R_2=\frac{V_2}{I_2}=\frac{120}{0.33}$

$= 364\Omega$

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1}$$

$$4.6\times10^{-6} = \frac{364-35.8}{35.8t_2 - 364\times20}$$

$\therefore \quad \mathbf{t_2 = 2200°C}$

6. 500m ಉದ್ದದ ಮತ್ತು 2mm ವ್ಯಾಸದ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ 2A ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೆ ಅದರಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ತಾಮ್ರದ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧ $1.7\times10^{-8}\,\Omega m$**)**

$\ell = 500m$, $D = 2mm = 2\times10^{-3}\,m$, $\rho = 1.7\times10^{-8}\,\Omega m$

$I = 2A$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{1.7\times10^{-8}\times500}{3.142\times\left(1\times10^{-3}\right)^2}$$

$\left[A = \pi r^2 \text{ ಇಲ್ಲಿ } r \text{ ತ್ರಿಜ್ಯ}\right]$

$\mathbf{V = IR = 2\times2.7 = 5.4V}$

7. ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವನ್ನು ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಾಮೀಟರಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ತಂತಿಯ 190cm ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ಸೊನ್ನೆ ಪಲ್ಲಟನ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಜೊತೆ 15Ω ರೋಧಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ತಂತಿಯ ತುಲನೆಯ ಉದ್ದ 175cm ಆಗುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕರೋಧವೇನು ?

$AB = 190cm \; AC = 175cm$

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ $= I = \dfrac{E}{R+r}$

ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ $V = IR = \dfrac{ER}{R+r}$

$$V = \frac{\ell_2}{l_1} = \frac{ER}{R+r}$$

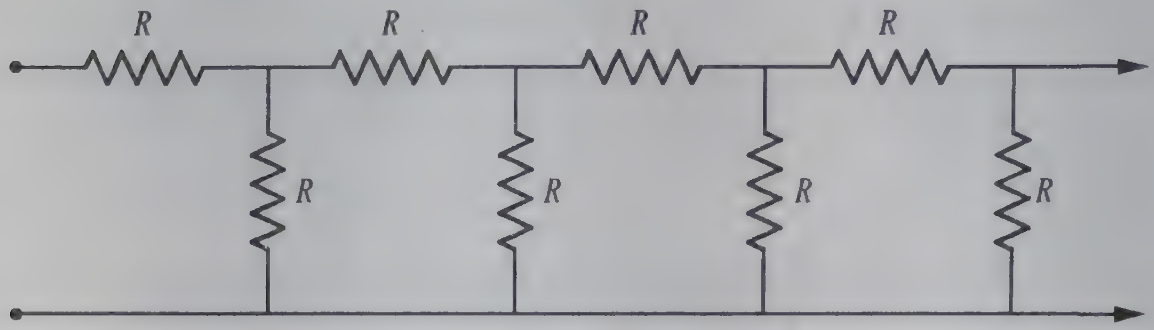
ಅಥವಾ $r = \frac{R(l_1 - l_2)}{l_2}$

$$= \frac{15(190-175)}{175} = 1.29\Omega$$

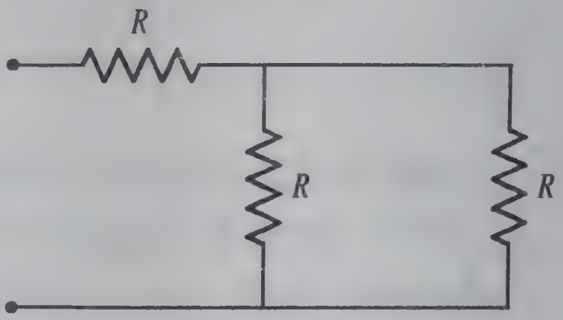
ಆಂತರಿಕ ರೋಧ = 1.29Ω

8. ಕೆಳಗಿನ ಮಂಡಲದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಈ ಮಂಡಲದ ಒಟ್ಟು ರೋಧ x ಆಗಿರಲಿ.



ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು $R-R$ ರೋಧಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೂ x ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ



$$R + \frac{Rx}{R+x} = x$$

$$R(R+x) + Rx = x(R+x)$$

$$R^2 + Rx + Rx = Rx + x^2$$

$R^2 + Rx + x^2 = 0$ ಅಥವಾ $x^2 - Rx - R^2 = 0$

$$\therefore \quad x = \frac{R \pm \sqrt{R^2 + 4R^2}}{2}$$

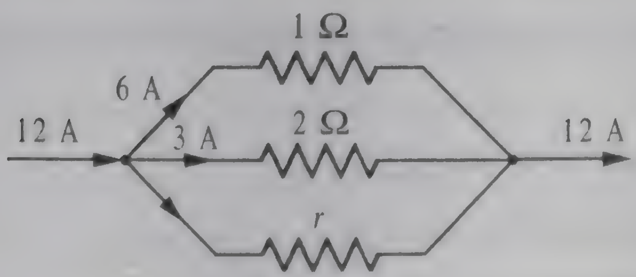
ಋಣ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ $x = \left(\frac{\sqrt{5}+1}{2}\right)R$

ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ = $\left(\frac{\sqrt{5}+1}{2}\right)\mathbf{R}$

ಅಭ್ಯಾಸಗಳು

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂದರೇನು ?
2. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ (E) ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿನ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ?
3. ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶದ ಚಲನೆಯ ದರ (ಕಾಲಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ) ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಇಲ್ಲದಿರುವಾಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ಕರೆಂಟ್ (i) ಗೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.
4. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯೆ?
5. ಮಂದವೇಗವೆಂದರೇನು ?
6. ಚಲನಶೀಲತೆಯೆಂದರೇನು ?
7. ವಾಹಕದ ರೋಧವೆಂದರೇನು
8. ರೋಧದ ಏಕಮಾನ ಯಾವುದು ?
9. ಕ್ಯಾಮೆರಾಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ 'ಫ್ಲಾಷ್‌ಗನ್' ಒಂದು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡ್ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ 0.05 ಕೂಲಾಮ್ ಆವೇಶ ಹರಿದಾಗಿನ ಕರೆಂಟ್ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?
10. ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಪಾಲಿಸದ ಒಂದು ಘಟಕವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
11. ಒಂದು ತಂತಿಯ ರೋಧ ಒಂದು ಓಮ್ ಅಂದರೆ ಏನು ?
12. ವಾಹಕತಂತಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದೊಂದಿಗೆ ಅದರ ರೋಧದ ಸಂಬಂಧವೇನು ?
13. ರೋಧತೆಯ ಎಸ್‌ಐ ಏಕಮಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ
14. 'ಸೈಮನ್' ಯಾವ ಭೌತಗುಣದ ಏಕಮಾನದ ಹೆಸರು ?
15. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡದಲ್ಲಿ 'r' ನ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ?



16. ಒಂದು ಕಾರ್ಬನ್ ರೋಧಕದ ರೋಧ 120Ω ಅದರ ಸಹನ ಪರಿಮಿತಿ 20%. ಇದಾಗಲು ವರ್ಣಸಂಕೇತ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?

17. ಓಮಿಕ್ ಉಪಕರಣವೆಂದರೇನು ?

18. ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕ ರೋಧವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವೆ ?

19. ಅತಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಯಾರು ಮೊದಲಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು ?

20. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ರೋಧಗಳ ತಂತಿಗೆ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ?

21. ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ 2V ಎಂದರೇನು ?

22. ಉಷ್ಣತೆಗೂ ವಾಹಕದ ರೋಧಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ?

23. ಅರೆವಾಹಕಗಳು ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಹೇಗೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ?

24. 'ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್'ಗೂ ಸಾಧಾರಣ ರೋಹಿತಕ್ಕೂ ಏನು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ?

25. ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಹಾಗೂ ವಿಭವಾಂತರಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುವ ಔಚಿತ್ಯವೇನು ?

26. 2V ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲದ ಕೋಶವನ್ನು 2Ω ರೋಧಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ರೋಧಕ್ಕೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕ ರೋಧ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಾಗ, ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ?

27. ಒಂದು ಕಾರ್ಬನ್ ರೋಧದ ವರ್ಣ ಸಂಕೇತ ಕೆಂಪು, ನೀಲಿ, ಹಸುರು ಮತ್ತು ಬಂಗಾರವಿದ್ದಾಗಿನ ರೋಧವೆಷ್ಟು ?

28. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ವಾಹಕದ ರೋಧ ಯಾಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ?

29. ರೋಧಗಳ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧವೆಂದರೇನು ?

30. 2Ω ರೋಧದ ಎರಡು ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಿಂದುವನ್ನು 1A ಕರೆಂಟ್ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರತಿ ರೋಧದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

2. ಮಂದವೇಗವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.

3. ಚಲನಶೀಲತೆಯನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.

4. ವಿದ್ಯುತ್‌ರೋಧದ ಉಗಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

5. ರೋಧತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

6. ರೋಧತೆಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಕೊಡಿ.
7. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ಬಳಸಿರುವ ಪ್ರತೀಕಗಳ ಅರ್ಥ ಬರೆಯಿರಿ.
8. ಓಮ್ ನಿಯಮದ ಹೇಳಿಕೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
9. ರೋಧದ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.
10. ಅಧಿವಾಹಕತೆ ಎಂದರೇನು ? ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
11. ಅಧಿವಾಹಕತೆಯ ಮೇಲೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವ ವಿವರಿಸಿ.
12. ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿನ ಅಧಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
13. ಅಧಿವಾಹಕಗಳ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
14. ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್ ಎಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ.
15. ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
16. ವರ್ಣಸಂಕೇತವೆಂದರೇನು ? ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
17. ರೋಧಗಳ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧವೆಂದರೇನು ? ಅದರ ಉಪಯೋಗ ತಿಳಿಸಿ.
18. ರೋಧಗಳ ಶಾಖಾಬಂಧವೆಂದರೇನು ? ಉಪಯೋಗ ತಿಳಿಸಿ.
19. ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
20. ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ವಿಭವಾಂತರಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತಿಳಿಸಿ.
21. ಸರಣಿತುದಿ ವಿಭವಾಂತರವೆಂದರೇನು ?
22. ಆಂತರಿಕ ರೋಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕೀಯ ವಿವರಣೆಯಂತೆ ಕರೆಂಟ್ (I) ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
2. ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
4. ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
5. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಒಂದು ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಜೊತೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಐದು ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ.

ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ರಿಯೋಸ್ಟ್ಯಾಟ್‌ನ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (1) ಎಲ್ಲಾ ದೀಪಗಳೂ ಉರಿಯುತ್ತಿದ್ದಾಗ (2) ಒಂದನ್ನು ಆರಿಸಿದಾಗ (3) ಎರಡನ್ನು (4) ಮೂರನ್ನು (5) ನಾಲ್ಕನ್ನು ಆರಿಸಿದಾಗ (ಪ್ರತಿ ದೀಪದ ರೋಧ 350 ಓಮ್‌ಗಳು)

[70Ω, 87.5Ω, 116.7Ω, 175Ω, 350Ω]

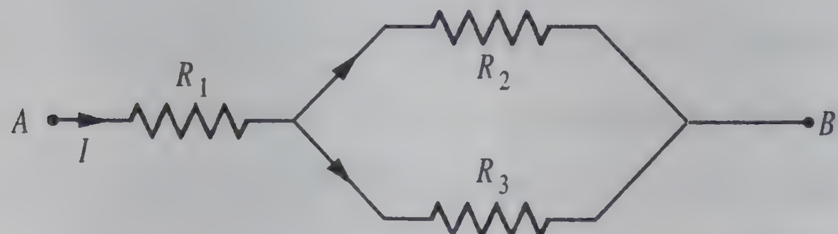
2. 1mm ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ನೈಕ್ರೋಮ್ ತಂತಿಯನ್ನು 2.5cm ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತಿದೆ. 40Ω ರೋಧವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಎಷ್ಟು ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಬೇಕು ? [ನೈಕ್ರೋಮ್‌ನ ರೋಧತೆ $1\times10^{-6}\,\Omega m$].

[200 ಸುತ್ತುಗಳು]

3. ಒಂದು ಲೋಹದ ಸುರುಳಿಯ ರೋಧ 14°C ನಲ್ಲಿ 10Ω ಆಗಿದೆ.ಅದನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ರೋಧ 12.2Ω ಏರಿದರೆ ಈಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯೇನು ? (ಲೋಹದ ರೋಧತ್ವದ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ $4.5\times10^{-2}\,/^{\circ}C$).

[70°C]

4. ಕೆಳಗಿನ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ $= 3A$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 4\Omega$ R_2 ಮತ್ತು R_3 ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



[$V_1 = 16$ V, $V_2 = V_3 = 4$ V, $I_2 = 2$ A, $I_3 = 1$ A]

5. 0.1 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ ಮತ್ತು ಒಂದು ಓಮ್ ಆಂತರಿಕ ರೋಧವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕೋಶವನ್ನು 9 ಓಮ್ ರೋಧವುಳ್ಳ ತಂತಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ (1) ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ (2) ರೋಧತ್ವದ ತುದಿಗಳಿರುವ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು ಕೋಶದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[$0.11A$, $0.99V$, $0.11V$]

6. ಮೇಲಿನ ಸಮಸ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ರೋಧಕತ್ವವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಅದರೊಂದಿಗೆ ವಿಭವಾಂತರದ ಬದಲಾವಣೆಯ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ.

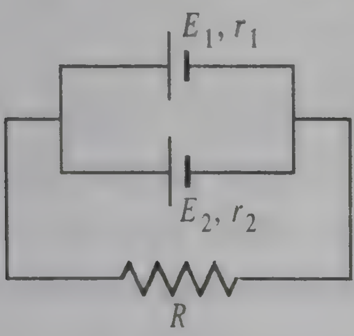
7. ಒಂದು ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ 6 ವೋಲ್ಟ್ ಅದನ್ನು 1.1Ω ರೋಧವುಳ್ಳ ತಂತಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದರೆ ಮಂಡಲದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ 3 ಆಂಪೇರ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[2.7V, 0.9Ω]

8. ಎರಡು ಕೋಶಗಳು 2V ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲವನ್ನು 0.3Ω ರೋಧತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಹೊರಗಿನ ರೋಧ (1) 0.2Ω ಇದ್ದಾಗ (2) 16Ω ಇದ್ದಾಗ ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹೊಂದಲು ಇವುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕು ? ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಲವೂ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

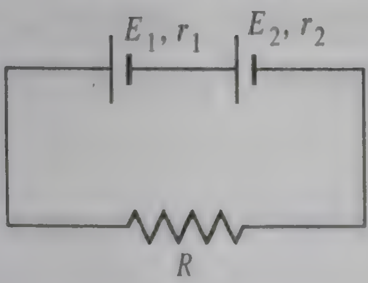
[5.7A, 0.24Ω]

9. ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ $R = 1.4$ ಓಮ್ $E_1 = E_2 = 2V$, $r_1 = 1\Omega$, $r_2 = 1.5\Omega$ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



[$I_1 = 0.6$ A, $I_2 = 0.46$ A]

10. ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ $R = 0.5$ ಓಮ್ $E_1 = E_2 = 2V$, $r_1 = 1\Omega$, , $r_2 = 1.5\Omega$ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೋಶದ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



[0.67ವೋಲ್ಟ್ ಮತ್ತು0]

11. 1 kg ತಾಮ್ರದಿಂದ 1 mm ವ್ಯಾಸ ಮತ್ತು 3.0 ವ್ಯಾಸದ ಎರಡು ತಂತಿಗಳನ್ನು

ಮಾಡಿದೆ. ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ರೋಧತ್ವಕ್ಕೆ ಇರುವ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?

[81.1]

12. ಒಂದು ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ 10 V. ಅದರ ತುದಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ರೋಧಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ 2 ಆಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ 7.5 ವೋಲ್ಟ್ ಆದರೆ ರೋಧದ ಮತ್ತು ಕೋಶದ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[3.75Ω, 1.25Ω]

13. 2.8 ಓಮ್ ರೋಧವುಳ್ಳ ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ 16 ಆಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಲು1.8 V ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಿತಬಲ ಮತ್ತು 0.08 Ω ಆಂತರಿಕರೋಧವುಳ್ಳ ಎಷ್ಟು ಕೋಶಗಳಿರಬೇಕು.

[87]

14. ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸುರಳಿಯ ರೋಧ 68 ಓಮ್‌ಗಳು. ಆದರಿಂದ 2 m ತಂತಿಯನ್ನು ತೆಗೆದು ಅದರ ರೋಧತ್ವ ಅಳೆದಾಗ 0.75 Ω ಆಗಿದ್ದರೆ ತಂತಿಯ ಮೊದಲಿನ ಉದ್ದವೆಷ್ಟು ?

[181.33m]

15. ಒಂದು ಕೋಶ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಲೆಕ್ಲಾಂಚೆ ಕೋಶವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹೆಚ್ಚುವಂತೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಲೆಕ್ಲಾಂಚೆ ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ 1.5 ವೋಲ್ಟ್ ಮತ್ತು ಆಂತರಿಕರೋಧ 0.5Ω. ಈಗ 19.5 ಓಮ್ ರೋಧದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ 0.325 ಆಂಪೇರ್‌ಗಳು. ಲೆಕ್ಲಾಂಚೆ ಕೋಶದ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಆದಲು ಬದಲು ಮಾಡಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ. 0.175ಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ ಮತ್ತು ಆಂತರಿಕ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[8.25V, 10Ω]

16. ಒಂದು ಘನ ಸೆಂ.ಮೀ. ತಾಮ್ರವನ್ನು 0.32 mm ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ತಂತಿಯಾಗಿ ಎಳೆದಿದೆ. ಅದರ ರೋಧವೇನು ? ಅದನ್ನೇ ಮತ್ತೆ 1.2 m ತಗಡಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ರೋಧತ್ವದ ಬೆಲೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ? (ತಾಮ್ರದ ರೋಧತ್ವ = 1.59×10^{-6} Ωm)

$\left[2.46\Omega, 2.23\times10^{-8}\Omega\right]$

17. 10 ಓಮ್ ರೋಧವುಳ್ಳ ಒಂದು ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ 5 ಆಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು 4 ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಹಾಯಿಸಿದೆ. ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವೆಷ್ಟು ? ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಷ್ಟು ?

$\left[120C, 7.5\times10^{21}\right.$ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು$\left.\right]$

18. ಯಾವ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರದ ವಾಹಕದ ರೋಧವು $0°C$ ನಲ್ಲಿನ ರೋಧದ 2 ಪಟ್ಟು ಆಗುತ್ತದೆ ? ಈ ಬೆಲೆಯು ವಾಹಕದ ಆಕರಾದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತದೆಯೇ?

[$260°C$, ಇಲ್ಲ]

19. 6 Ω ಮತ್ತು 3 Ω ರೋಧವುಳ್ಳ ಎರಡು ತಂತಿಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಮ್‌ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ಕೋಶದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಆಮ್‌ಮೀಟರ್ 0.6 ಅಂಪೇರ್ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ತಂತಿಗಳನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ 0.2 ಅಂಪೇರ್ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಆಮ್‌ಮೀಟರಿನ ರೋಧವೆಷ್ಟು ?

[2.43Ω]

20. 0.44 ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ 10 ಓಮ್ ರೋಧದ ಮಾಂಗನೀಸ್ ತಂತಿಯ ಉದ್ದವೆಷ್ಟು?

$\left(\rho = 44.3\times10^{-8}\,\Omega m\right)$

[3.432m]

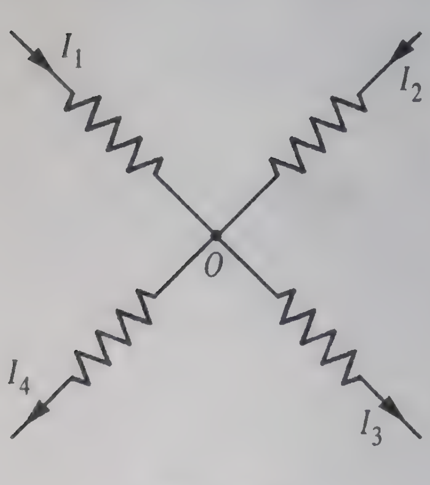
ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ 6-7 ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

೧೩. ಕಿರ್ಚಾಫ್ ನಿಯಮಗಳು

ಕಿರ್ಚಾಫ್ ನಿಯಮಗಳು (*Kirchhoff's laws*)

ಓಮ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ನಿಯಮದಿಂದ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಮಂಡಲಗಳು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದಾಗ ಈ ನಿಯಮ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಲ್ಲ. ಮಂಡಲಗಳು ಸರಳವಾದ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧ ಅಥವಾ ಶಾಖಾ ಬಂಧದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ಮಂಡಲಗಳಿಗೆ ಕಿರ್ಚಾಫ್ ನಿಯಮಗಳು ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ನಿಯಮಗಳಿವೆ.

ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮ ವಿವರಣೆ : ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಜಾಲಬಂಧವೊಂದರಲ್ಲಿ (*network*) ಎಲ್ಲ ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಹರಿಯುತ್ತ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುವ ಪ್ರವಾಹಗಳ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತ ಶೂನ್ಯ. ಅನೇಕ ತಂತಿಗಳು ಸೇರುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸಂಧಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂಧಿಗಳ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು, ಆದರಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 13.1

ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳು ಸಂಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ರೋಧಗಳು ಸೇರುತ್ತಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ I_1 ಮತ್ತು I_2 ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳು O ಬಿಂದುವಿನ ಕಡೆಗೂ I_3 ಮತ್ತು I_4ಗಳು O ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಆಚೆಗೂ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿವೆ.

ಕಿರ್ಚಾಫ್ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ

$$I_1+I_2-I_3-I_4=0 \text{ ಅಂದರೆ } \sum I=0 \qquad \dots 1$$

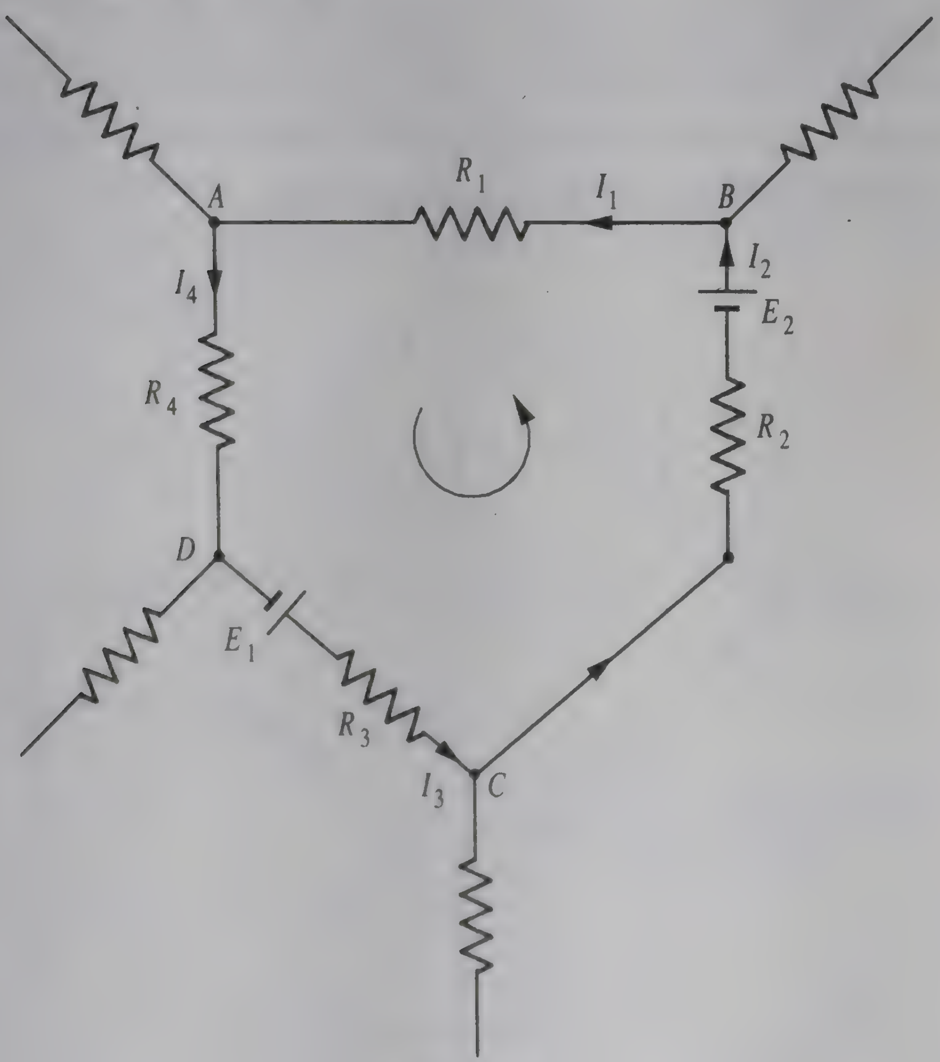
O ಬಿಂದುವಿನ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಧನ ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದಲೂ ಆಚೆಗೆ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಋಣಚಿಹ್ನೆಯಿಂದಲೂ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಎರಡನೆ ನಿಯಮ : ಯಾವುದೇ ಪೂರ್ಣಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ರೋಧಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಗಳ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತವು. ಆ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಕೋಶಗಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲಗಳ ಬೀಜಗಣಿತೀಯ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.

ವಿವರಣೆ : $ABCD$ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡದಲ್ಲಿ R_1, R_2, R_3 ಮತ್ತು R_4 ಎಂಬ ನಾಲ್ಕು ರೋಧಗಳಿವೆ. E_1 ಮತ್ತು E_2 ಎಂಬ ಎರಡು ಕೋಶಗಳಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ, ಕಿರ್ಖಿಫ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ

$$I_1 R_1 + I_4 R_4 + I_3 R_3 + I_2 R_2 = E_1 + E_2 \qquad \dots 2$$

ಅಂದರೆ $\sum IR = \sum E$



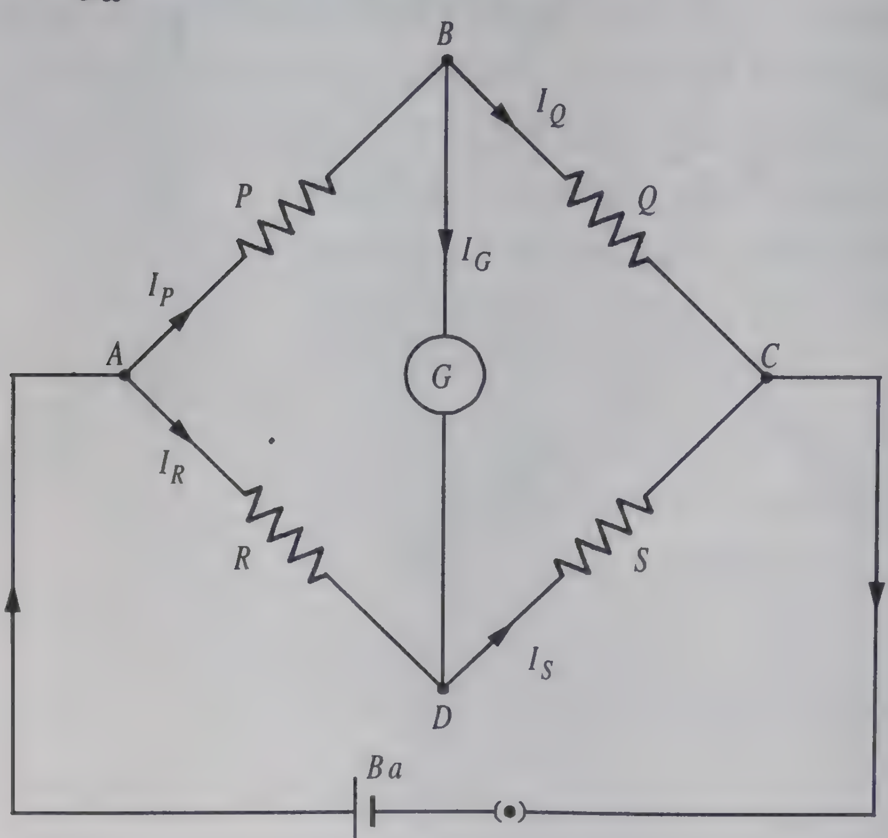
ಚಿತ್ರ 13.2

ಈ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ರೋಧಗಳ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. *IR* ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನು ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ ಧನ ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದಲೂ, ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಋಣಚಿಹ್ನೆಯಿಂದಲೂ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಇಷ್ಟಬಂದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಿಸಿ ಲೆಕ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಬಲ (*E*) ವನ್ನು ಧನ ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಗುಣಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಚಿಹ್ನೆಯು ಧನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ನಾವು ಆರೋಪಿಸಿದ ದಿಕ್ಕು ಸರಿಯಾಗಿದೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ.

ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲ (*wheatstone's network*)

ರೋಧವೊಂದರ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಈ ಜಾಲವು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 3ರಲ್ಲಿ ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. *P, Q, R* ಮತ್ತು *S* ಎಂಬ ನಾಲ್ಕು ರೋಧಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಆಯತದ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆ. *A* ಮತ್ತು *C* ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಕೋಶವನ್ನೂ *B* ಮತ್ತು *D* ಗಳ ನಡುವೆ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರನ್ನು (*G*) ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಬಲೆಗಳನ್ನು ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್‌ಜಾಲಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ *G* ಪ್ರತೀಕವು ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ ಕೂಡ ಆಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 13.3

ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದಿಂದ ಹೊರಟ I ಎಂಬ ವಿದ್ಯುಪ್ರವಾಹವು A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ದಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. P ರೋಧದ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವ ಕರೆಂಟನ್ನು I_p ಎಂದು ಕರೆದಿದೆ.

I_p ಯು ಮತ್ತೆ B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ದಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಭಾಗ I_G ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ಮೂಲಕವಾಗಿಯೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗ I_Q ರೋಧದ ಮೂಲಕವೂ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ I_R ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು D ಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗವಾಗಿ ಒಂದುಭಾಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ಮೂಲಕ ಮತ್ತೊಂದು ಭಾಗ S ರೋಧದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ.

$ABDA$ ಪೂರ್ಣಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಕಿರ್ಖಾಫ್ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ

$$I_P P + I_G G - I_R R = 0 \qquad \ldots 3$$

ಹಾಗೆಯೇ $BCDB$ ಜಾಲದಿಂದ

$$I_Q Q - I_S S - I_G G = 0 \qquad \ldots 4$$

ಈಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ಮೂಲಕ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಗಳಿವೆ. P, Q, R ಮತ್ತು S ರೋಧಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಈ ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹ ಸಮನಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಆಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ಮೂಲಕ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹ ಸೊನ್ನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅದರ ತೋರು ಮುಳ್ಳಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ವಿಕ್ಷೇಪಣವು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜಾಲ ಸಮತೋಲಿತವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಸಮತೋಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ $I_G = 0$. ಸಮೀಕರಣ 3 ಮತ್ತು 4ರಲ್ಲಿ ಈ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ

$$I_P P = I_R R \quad \text{ಮತ್ತು} \qquad \ldots 5$$

$$I_Q Q = I_S S \quad \text{ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.} \qquad \ldots 6$$

ಅಲ್ಲದೆ, ಕಿರ್ಖಾಫ್ ಮೊದಲ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ $I_p = I_Q$ ಮತ್ತು $I_R = I_S$ ಆಗುತ್ತದೆ.

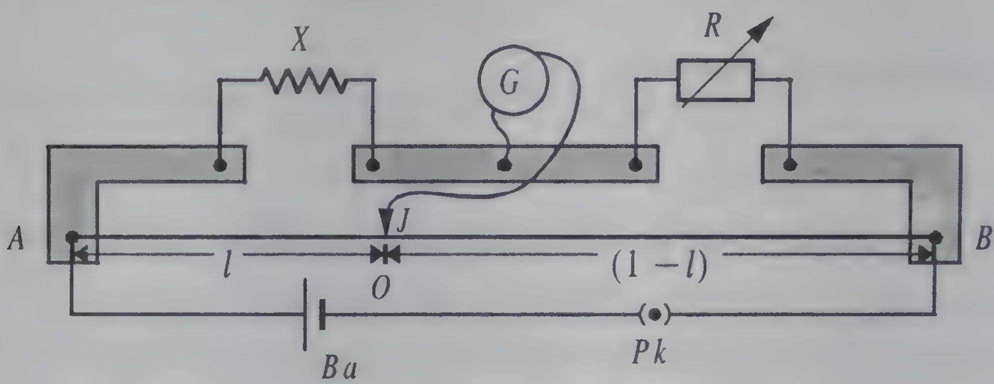
ಸಮೀಕರಣ 5 ಅನ್ನು 6ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ,

$$I_P = I_Q$$

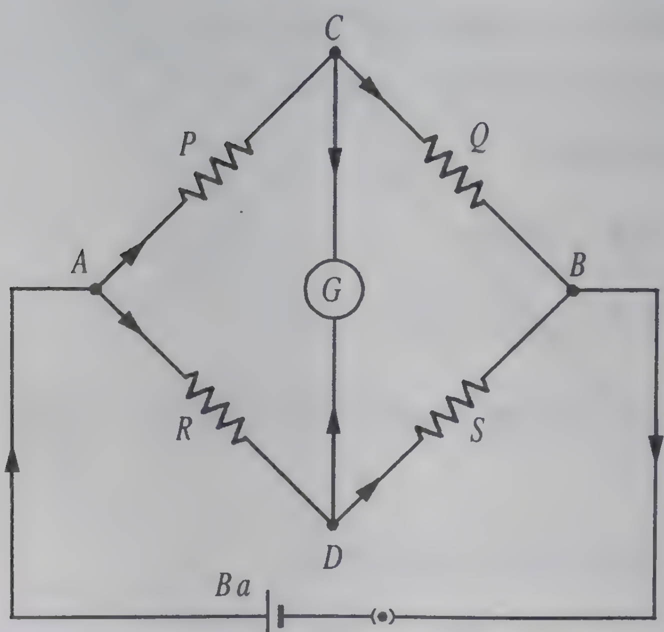
$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \qquad \ldots 7$$

ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇದು ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲದ ಸಮತೋಲಿತ ನಿಯಮ. ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರು ಮೂರು ರೋಧಗಳ ಬೆಲೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದರೆ ನಾಲ್ಕನೆಯದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಸೇತು (*wheatstone bridge*) ಅಥವಾ ಮೀಟರ್ ಸೇತು (*meter bridge*) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಡ್ಜ್ : ಸಮನಾದ ದಪ್ಪವುಳ್ಳ ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಮ್ಯಾಂಗಾನಿನ್ ತಂತಿಯನ್ನು ಒಂದು ಮರದ ಹಲಗೆಯ ಮೇಲೆ ತಾಮ್ರದ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬಂಧಿಸಿ ಎರಡು ತೆರಪುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 13.4) ತಂತಿಯ ತುದಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ ಮತ್ತು ಫ್ಲಗ್‌ಕೀ ಮೂಲಕ ಸೇರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 13.4 (a)



ಚಿತ್ರ 13.4 (b)

ಎಡಗಡೆಯ ತೆರವು ಜಾಗದಲ್ಲಿ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಿರುವ ತಂತಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ. ಬಲಗಡೆಯಲ್ಲಿ ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ. ಇವೆರಡರ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ತಿರುಪಿಗೆ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರನ್ನು ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಗೆ ಒಂದು ಜಾರುಸ್ಪರ್ಶವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ.

ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಿಂದ ಯುಕ್ತರೋಧವನ್ನು ಆ ತೆರಪಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಜಾರುಸ್ಪರ್ಶವನ್ನು

A ತುದಿಯಿಂದ B ಕಡೆಗೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಸರಿಸಿರೆ ಅದು J ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಕ್ಷೇಪಣ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಅಂದರೆ ಜಾಲವು ಸಮತೋಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಸೂತ್ರ (7) ಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ P ಯ ಜಾಗದಲ್ಲಿ X, Q ನಲ್ಲಿ R, R ನಲ್ಲಿ l ಗೆ ಸಮಾನವಾದ ರೋಧ ಮತ್ತು S ನಲ್ಲಿ $(1-l)$ ಗೆ ಸಮನಾದ ರೋಧಗಳಿವೆ. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲದಂತೆಯೇ A ಮತ್ತು B ಗಳ ನಡುವೆ ಕೋಶವನ್ನೂ ಉಳಿದೆರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ.

ಸಮತೋಲಿತ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

$$\frac{P}{Q}=\frac{R}{S} \text{ ಗೆ ಸಮನಾಗಿ ; } \frac{X}{R}=\frac{l}{1-l}$$

ಅಥವಾ $X=\dfrac{Rl}{1-l} \quad \cdots \ \Omega$

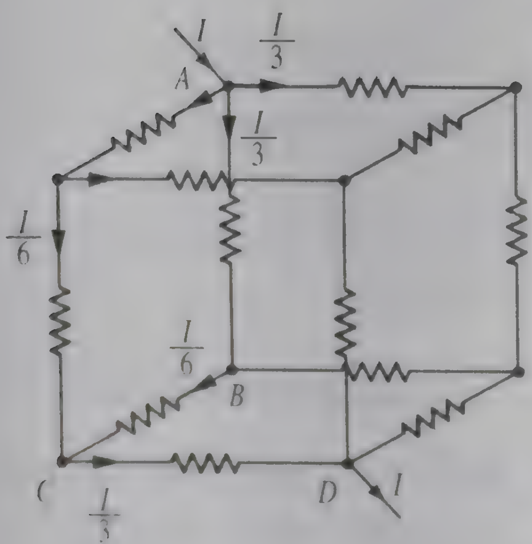
ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ X ನ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಹಿಯಬಹುದು. ನಂತರ ರೋಧತೆಯನ್ನು ಗುಣಿಸಬಹುದು.

ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಾಹಕದ ರೋಧ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕವನ್ನು ಕೂಡ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಣಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದೇ ಬೆಲೆಯ ರೋಧವುಳ್ಳ 12 ರೋಧಗಳನ್ನು ಒಂದು ಘನಾಕೃತಿಯಯಾಗುವಂತೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಘನದ ಒಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ಮೂಲೆಯಿಂದ ಹೊರಬಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಘನದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧವೆಷ್ಟು ?



A ಮತ್ತು D ಗಳ ನಡುವಿನ ರೋಧ R ಆಗಿರಲಿ. ಜಾಲದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿರೋಧದ ಬೆಲೆ r ಆಗಿರಲಿ. ಕಿರ್ಖಫ್ 2ನೇಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರವಾಹದಾರಿ $ABCD$ ಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ A ಮತ್ತು D ಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರ.

$$PD = \frac{I}{3}r + \frac{I}{6}r + \frac{I}{3}r$$

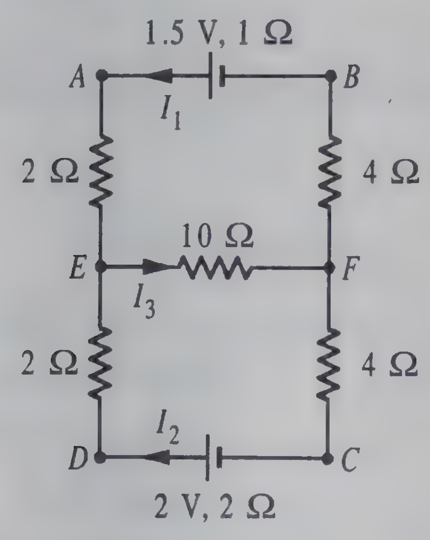
ಇದು IR ಗೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು (R ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ)

$$\therefore \quad \frac{I}{3}r + \frac{I}{6}r + \frac{I}{3}r = IR = \frac{5}{6}rI \quad = R = \frac{5}{6}r$$

ಘನದ IR ಗೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ = $\frac{5}{6}r$

2. 1.5 V ಮತ್ತು 2V ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲವುಳ್ಳ ಮತ್ತು 1Ω ಮತ್ತು 2Ω ಆಂತರಿಕ ರೋಧವುಳ್ಳ ಎರಡು ಕೋಶಗಳ ಧನಧ್ರುವಗಳನ್ನು 4Ω ತಂತಿಯಿಂದ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಕೋಶಗಳ ಋಣಧ್ರುವಗಳನ್ನು 8Ω ತಂತಿಯಿಂದ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಈ ಎರಡು ತಂತಿಗಳ ಮಧ್ಯಬಿಂದುಗಳನ್ನು 10Ω ತಂತಿಯಿಂದ ಸೇರಿಸಿದರೆ ಅದರ ತುದಿಗಳಿಗಿರುವ ವಿಭವಾಂತರವೆಷ್ಟು ?

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ : $I_3 = I_2 + I_1$



$ABFEA$ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ $\quad I_1 + 2I_1 + 10I_3 + 4I_1 = 1.5$

$$7I_1 + 10(I_2 + I_1) = 1.5$$

$$17I_1 + 10I_2 = 1.5 \quad \ldots (1)$$

$EFCDE$ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ $\quad 2I_2 + 2I_2 + 10(I_3) + 4I_2 = 2$

$$2I_2 + 2I_2 + 10(I_2 + I_1) + 4I_2 = 2$$

$$10I_1 + 18I_2 = 2 \quad \ldots (2)$$

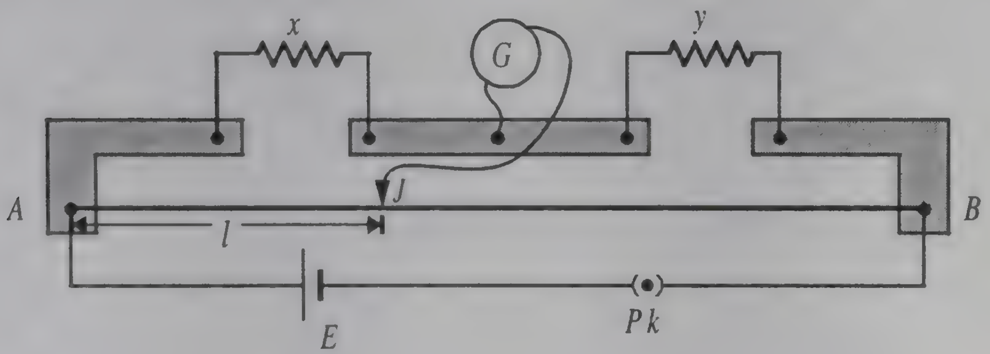
1 ಮತ್ತು 2 ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದಾಗ

$$I_1 = \frac{7}{206}\text{ A} \qquad I_2 = \frac{19}{206}\text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = \frac{26}{206} \qquad V = IR = \frac{26}{206} \times 10 = \frac{130}{103}$$

10 Ω ರೋಧದ ವಿಭವಾಂತರ $\frac{130}{103}$ V

3. ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ದಲ್ಲಿನ ಎರಡು ತೆರಪುಗಳನ್ನು ರೋಧ x ಮತ್ತು y ರೋಧದ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಸಂತುಲನ ಉದ್ದ 0.35m ಇದೆ. x ರೋಧದ ಜೊತೆ 5 ಓಮ್ ತಂತಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಸಂತುಲನ ಉದ್ದ 0.48m ಆಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಗಳ ರೋಧವೆಷ್ಟು ?



ಮೊದಲು $$\frac{x}{y} = \frac{l}{1-l} = \frac{0.35}{1-0.35}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{0.35}{0.65} \qquad \ldots (01)$$

5 ಓಮ್ ಸೇರಿಸಿದಾಗ

$$\frac{x+5}{y} = \frac{0.48}{1-0.48} = \frac{0.48}{0.52} \qquad \ldots (02)$$

ಏಕಕಾಲಿಕ ಸಮೀಕರಣಗಳಾದ (01) ಮತ್ತು (02) ಕ್ಕೆ ಪರಿಹಾರ ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ

$x = 7\Omega \qquad y = 13\Omega$

ಮೂಲತಂತಿಗಳ ರೋಧ $x = 7\Omega$ ಮತ್ತು $y = 13\Omega$.

4. ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಸಂತುಲನ ಉದ್ದ 0.75m ಇನ್ನು ಅವುಗಳನ್ನು ಅದಲು ಬದಲು ಮಾಡಿದಾಗ 0.25m.

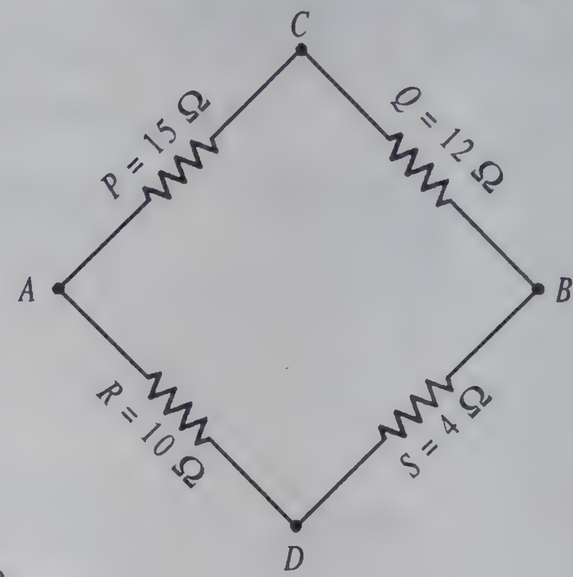
ರೋಧಗಳ ಬೆಲೆ ಏನು ?

ಮೊದಲು $$\frac{x}{y}=\frac{l_1}{1-l_1}=\frac{0.75}{1-0.75}=\frac{0.75}{0.25}=3$$

ಆಮೇಲೆ $$\frac{y}{x}=\frac{0.25}{0.75}=\frac{1}{3}$$

ಆದ್ದರಿಂದ $x = 3\ \Omega$ ಮತ್ತು $y = 12\ \Omega$.

5. 15Ω, 12Ω, 4Ω ಮತ್ತು 10Ω ರೋಧಗಳ ನಾಲ್ಕು ತಂತಿಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ವ್ಹೀಸ್ಟನ್‌ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿದೆ. ಜಾಲವು ಸಂತುಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೆ ? ಇಲ್ಲದೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಬೆಲೆಯ ರೋಧವನ್ನು 10Ω ತಂತಿಯೊಂದಿಗೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರೆ ಜಾಲವು ಸಂತುಲಿತಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ ?



$$\frac{P}{Q}=\frac{15}{12}=\frac{5}{4}$$

$$\frac{R}{S}=\frac{10}{4}=\frac{5}{2}$$

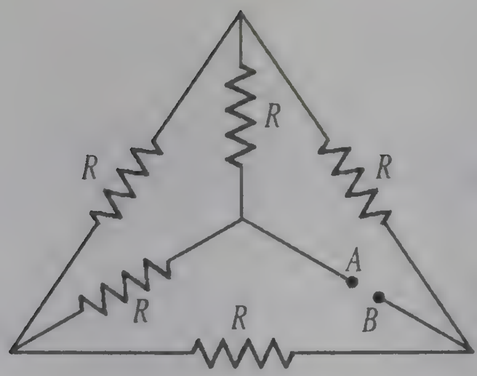
$$\therefore \quad \frac{P}{Q}\neq\frac{R}{S}$$

ಜಾಲ ಸಂತುಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲಿಲ್ಲ.

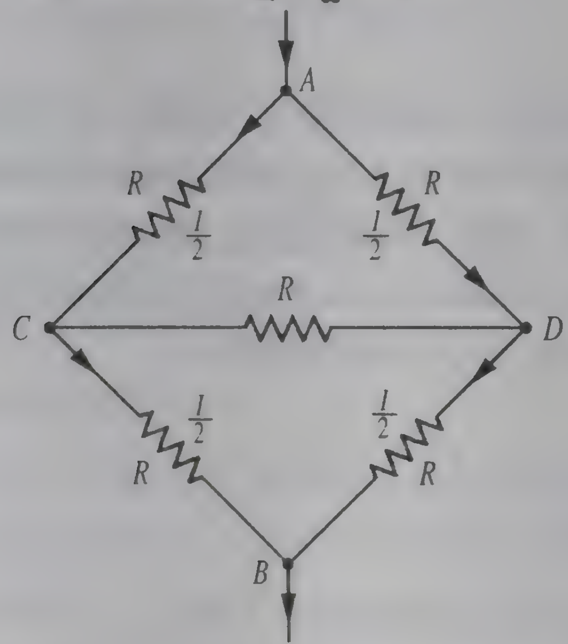
$$\frac{15}{12}=\frac{R}{4} \qquad \therefore \quad R=\frac{60}{12}=5\Omega$$

ರೋಧ 5Ω ಆಗಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿದ್ದ 10Ω ಜೊತೆಗೆ 10Ω ತಂತಿಯನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು.

6. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು B ಗಳ ನಡುವಿನ ರೋಧವೆಷ್ಟು ?



ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದು. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ *CD* ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿಲ್ಲ. ದಾರಿಗಳಿಗೆ *ACB* ಮತ್ತು *ADB* ಕಿರ್ಖಫ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದರೆ,



$2R112R$ $\therefore$ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ $= R$

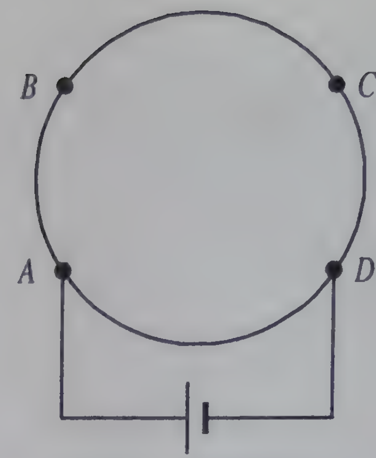
A ಮತ್ತು B ಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ $= R$

7. 12Ω, ರೋಧದ ಒಂದು ತಂತಿಯನ್ನು ವೃತ್ತಾಕಾರಕ್ಕೆ ಬಗ್ಗಿಸಿದೆ. ಒಟ್ಟು ಪರಿಧಿಯ $\frac{1}{4}$ ಭಾಗದ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭವಾಂತರ 2V ಮತ್ತು ಆಂತರಿಕ 1.75Ω ರೋಧವಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವೆಷ್ಟು ?

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ $AB + BC + CD = 9\Omega$ ಮತ್ತು $AD = 3\Omega$ ಈ ಮಂಡಲವನ್ನು ಸರಳೀಕರಿಸಿ ಹೀಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು.

AB ನಡುವಣ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ :

$$R_{AB} = \frac{9\times3}{9+3} = \frac{27}{12} = \frac{9}{4}\Omega$$



ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ರೋಧ = $\frac{9}{4} + 1.75 = 4\Omega$

$$i = \frac{E}{R} = \frac{2}{4} = 0.5A$$

ಅಥವಾ $i_1 = \frac{iR_2}{R_1 + R_2} = \frac{0.5\times3}{12} = 0.125\text{A}$

$$i_2 = \frac{iR_1}{R_1 + R_2} = \frac{0.5\times9}{12} = 0.375\text{A}$$

8. ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ನ ತೆರಪುಗಳಲ್ಲಿ P ಮತ್ತು Q ಬೆಲೆಯ ರೋಧಗಳಿವೆ. ಸಮತೋಲನವು ತಂತಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ 0.6mನಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ನಂತರ Q ಗೆ 50Ω, ರೋಧವನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಸಮತೋಲನ ಬಿಂದುವನ್ನು 0.1mನಷ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ P ಮತ್ತು Q ಗಳ ಬೆಲೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಮೊದಲಿಗೆ,

$$\frac{P}{Q} = \frac{\ell}{1-\ell} = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2} \qquad \dots (1)$$

ಶಾಖಾಬಂಧವಾದಾಗ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧ,

$R_e = \frac{Q\times50}{Q+50}$, ಇದು ಹಿಂದಿನದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸಮತೋಲನ ಬಿಂದು 0.1m ನಷ್ಟು ಬಲಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿದ್ದಾಗ

$$\frac{P(Q+50)}{(Q\times50)} = \frac{0.7}{0.3} = \frac{7}{3} \qquad \dots (2)$$

1 ಅನ್ನು 2 ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ

$$\frac{\cancel{P}}{\cancel{Q}} \times \frac{50\times\cancel{Q}}{\cancel{P}(Q+50)} = \frac{3}{2}\times\frac{3}{7} = \frac{9}{14}$$

9Q = 700 − 450 = 250

$\therefore Q = \frac{250}{9}\Omega$

1ನೇ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ, $P = \frac{30}{2} = \frac{3\times 250}{9\times 2} = \frac{250}{6}\Omega$

$P = \frac{250}{6}\Omega$ **ಮತ್ತು** $Q = \frac{250}{9}\Omega$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು / ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕಿರ್ಖಿಫ್‌ನ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಕಿರ್ಖಿಫ್‌ನ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ
3. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲವೆಂದರೇನು ?
4. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲದ ಅನ್ವಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ
5. ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ನ ಉಪಯೋಗಗಳೇನು ?

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕಿರ್ಖಿಫ್ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಹೇಳಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
2. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲವೆಂದರೇನು ? ಕಿರ್ಖಿಫ್ ನಿಯಮ ಬಳಸಿ ಅದರ ಸಮತೋಲಿತ ನಿಯಮವನ್ನು ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 2 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಬಲ ಮತ್ತು 1 ಓಮ್ ಆಂತರಿಕರೋಧವಿರುವ ಒಂದು ಕೋಶವನ್ನು 1.5 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತಬಲ ಮತ್ತು 2 ಓಮ್ ಆಂತರಿಕರೋಧವಿರುವ ಕೋಶಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ 4 ಓಮ್ ರೋಧವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (0.4286A, 0.0357A, 1.57V)

2. ವ್ಹೀಟ್‌ಸ್ಟನ್ ಜಾಲದ ನಾಲ್ಕು ಬಾಹುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ 30Ω, 45Ω, 200Ω ಮತ್ತು x ಓಮ್‌ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನಲ್ಲಿ ಸೊನ್ನೆಪಲ್ಲಟನವಿರುವಾಗ ಈ ರೋಧಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

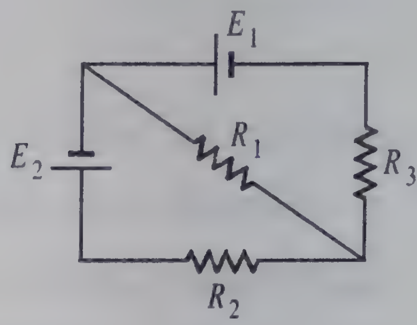
   (ಸೂಚನೆ : ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ

$$I_1 = I_3 = \frac{I(R_1 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

$$I_2 = I_4 = \left[\frac{I(R_1 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}\right]$$

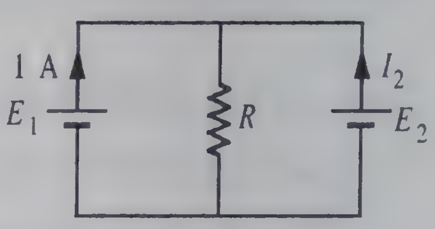
$[I_1 = I_3 = 26.7\text{mA},\ I_2 = I_4 = 4\text{mA}]$

3. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ $E_1 = 2.1\text{V}$, $E_2 = 1.9\text{V}$, $R_1 = 45\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 10\Omega$ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರೋಧದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೆಷ್ಟು?



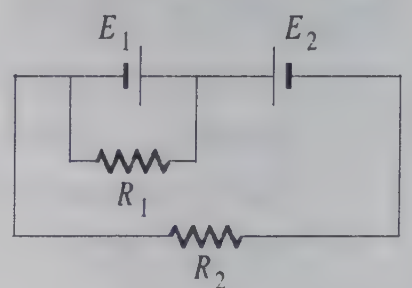
$[I_1 = 0.04\text{A},\ I_2 = -0.01\text{A}, I_3 = -0.03\text{A}]$

4. ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ $E_1 = E_2 = 2\text{V}$ ಇವುಗಳ ಆಂತರಿಕರೋಧ 1Ω ಮತ್ತು 2Ω. E_1 ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ 1 ಅಂಪೇರ್ ಆದರೆ, R ಮತ್ತು I_2 ಗಳ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



$[R = 0.67\Omega,\ I_2 = 0.5\text{A}]$

5. ಇದರಲ್ಲಿ $E_1 = E_2 = 2\text{V}$ ಆಂತರಿಕರೋಧ $r_1 = r_2 = 0.5\ \Omega$, $R_1 = 0.521\Omega$ $R_2 = 1.5\Omega$ ಇದ್ದಾಗ R_1 ಮತ್ತು R_2 ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೆಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?



[2.22A, 0.44A]

6. 12 ಸಮನಾದ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಒಂದು ಘನಾಕೃತಿಯನ್ನು ರಚಿಸಿದೆ. ಅದರ ಒಂದೇ ಮುಖದ ಎರಡು ಮೂಲೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\left[R = \frac{7}{12}r\right]$$

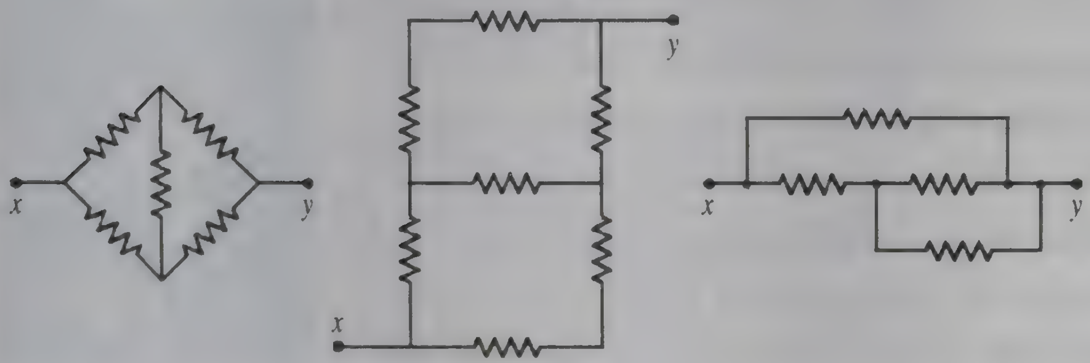
7. ಮೇಲಿನ ಘನಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ತಂತಿಯ ರೋಧವು 1 ಓಮ್ ಇದೆ. 2 ವೋಲ್ಟ್‌ನ ಕೋಶವನ್ನು ಘನದ ಒಂದು ಬಾಹುವಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕರೋಧ 0.02 ಓಮ್. ಜಾಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪವಾಹದ ಹಂಚುವಿಕೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

[1.73, 0.62, 0.495, 0.125, 0.25, ಆಂಪೇರ್‌ಗಳು]

8. ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ನ ಎಡಗಡೆಯ ಜಾಗದಲ್ಲಿರುವ X ರೋಧವು ಬಲಗಡೆಯಿರುವ 10Ω ರೋಧಕದೊಂದಿಗೆ ತಂತಿಯನ್ನು 3:2 ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಸುತ್ತದೆ. X ನ ಬೆಲೆ ಏನು ? ಈ "X" ತಂತಿಯ ಉದ್ದ 1 ಮೀಟರ್ ಆದರೆ 1Ω ರೋಧದ ತಂತಿಯ ಉದ್ದವೇನು ?

[15Ω, 0.0667m]

9. ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ xy ನಡುವಿನ ರೋಧವೆಷ್ಟು ? ಪ್ರತಿ ತಂತಿಯ ರೋಧ 10Ω ಎಂದು ಊಹಿಸಿ.



(1) (2) (3)

[10Ω, 15Ω, 10Ω]

10. ಎರಡು ರೋಧ ತಂತಿಗಳು ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ಗೆ ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಸಮತೋಲನ ಉದ್ದ 0.33 m. ಸಣ್ಣ ರೋಧಕದ ಜೊತೆ 6 Ω ತಂತಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಈ ಉದ್ದ 0.67 m ಆಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಗಳ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ ?

[2 Ω, 4 Ω]

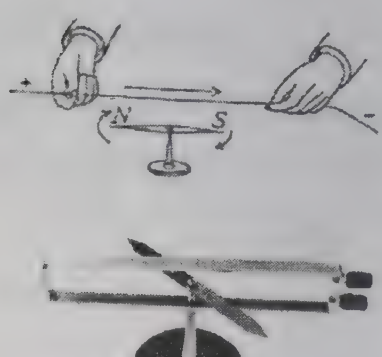
೧೪. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮ

ಪೀಠಿಕೆ



ಅರ್ಸ್ಟೆಡ್

ಒಂದು ವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹರಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅರ್ಸ್ಟೆಡ್ (*Oersted*) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು 1819ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಒಂದು ನೇರವಾದ ವಾಹಕದ ಹತ್ತಿರ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದರೆ ಅದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆಂದು, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ತಿರುಗುವ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಂದೂ ಇವನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು.



ಚಿತ್ರ 14.1

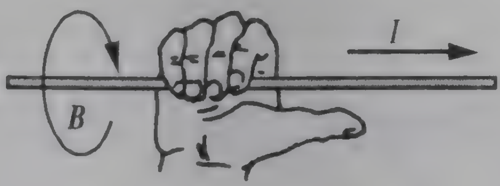
ಮುಂದೆ ಆಂಪೇರ್ (*Ampere*) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ನೇರವಾದ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ ಗಮನಹರಿಸೋಣ.

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಸದಿಶಪರಿಣಾಮವಾದುದರಿಂದ ಅದರ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು ಎರಡನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಬೇಕು. ಯಾವುದೇ ವಾಹಕದ ಸುತ್ತ ಇರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬಲಗೈ ಹಿಡಿತದ ನಿಯಮದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಬಲಗೈ ಹಿಡಿತದ ನಿಯಮ

ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ತಂತಿಯನ್ನು ಬಲಗೈನಿಂದ ಬಳಸಿ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡಹಾಗೆ ಭಾವಿಸಿ. ಹೀಗೆ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಹೆಬ್ಬೆರಳು ಚಾಚಿರಲಿ. ಈ ಚಾಚಿದ ಹೆಬ್ಬೆರಳು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ

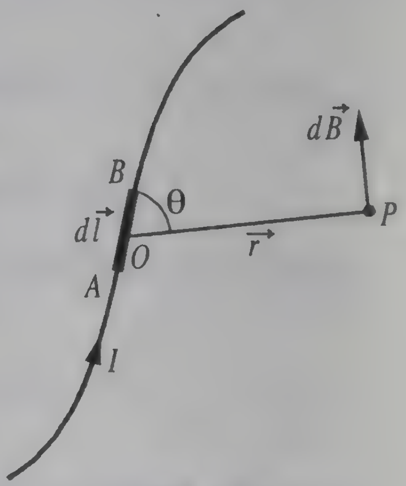
ದಿಕ್ಕನ್ನು ತೋರಿಸಿದರೆ ಸುತ್ತಿರುವ ಬೆರಳುಗಳು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು **ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ನಿಯಮ**ದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 14.2

ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ನಿಯಮ : ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ತಂತಿಯ ಸುತ್ತ ಇರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆಯ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಬಯೋ (*Biot*) ಸಾವರ್ಟ್ (*Savart*) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೊದಲು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸಿದರು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು **ಬಯೋ-ಸಾವರ್ಟ್ ನಿಯಮ** ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು.



ಚಿತ್ರ 14.3

dl ಎಂಬುದು ವಿದ್ಯುತ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ತಂತಿಯ ಒಂದು ಸಣ್ಣಭಾಗ. ಇದರಲ್ಲಿ *I* ಎಂಬ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. *P* ಎಂಬುದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಿರುವ ಬಿಂದು. ಇದು *dl*ನ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಿಂದ *r* ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಮತ್ತು *OP* ರೇಖೆಯು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿನೊಂದಿಗೆ θ ಕೋನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದೆ.

ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ *P* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಾಗುವ ಕಾಂತೀಯಕ್ಷೇತ್ರ (*dB*) ದ ಬೆಲೆಯು

1) ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ *I* ಗೆ,

2) ವಾಹಕದ ಉದ್ದ *dl* ಗೆ, ಮತ್ತು

3) *dl* ನ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವನ್ನು *P* ಗೆ ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿನೊಂದಿಗೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನದ ಸೈನ್‌ಗೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ *P* ಮತ್ತು *dl* ಗಿರುವ ದೂರ *r* ನ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಇದನ್ನೇ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ :

$$dB \,\alpha\, \frac{Idl \sin\theta}{r^2} = k\frac{Idl \sin\theta}{r^2}$$

k ನ ಬೆಲೆಯು ಬಳಸುವ ಮಾನಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. SI ಮಾನದಲ್ಲಿ $k = \frac{\mu_0}{4\pi}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin\theta}{r^2}$ 01

ಕಾಂತೀಯಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು P ಮತ್ತು dl ಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸೂಚನೆ : 1) ಸಮೀಕರಣ 01ರಲ್ಲಿರುವ μ_0 ಅನ್ನು ಮುಕ್ತದೇಶದ ವ್ಯಾಪ್ಯತೆ (*Permeability*) ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಬೆಲೆ $4\pi \times 10^{-7}$ H/m . ಲೆಕ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ ಬದಲಿಗೆ 10^{-7} ಅಂಕಿಯನ್ನು ಬಳಸುವುದು ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

2) ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಬರುವ B, l ಮತ್ತು r ಗಳು ಸದಿಶಗಳು.

ಸದಿಶರೀತ್ಯಾ ಸಮೀಕರಣ (01) ಅನ್ನು

$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

r ಒಂದು ಪಿಸ್ಥಾಪನಾ ಸದಿಶ.

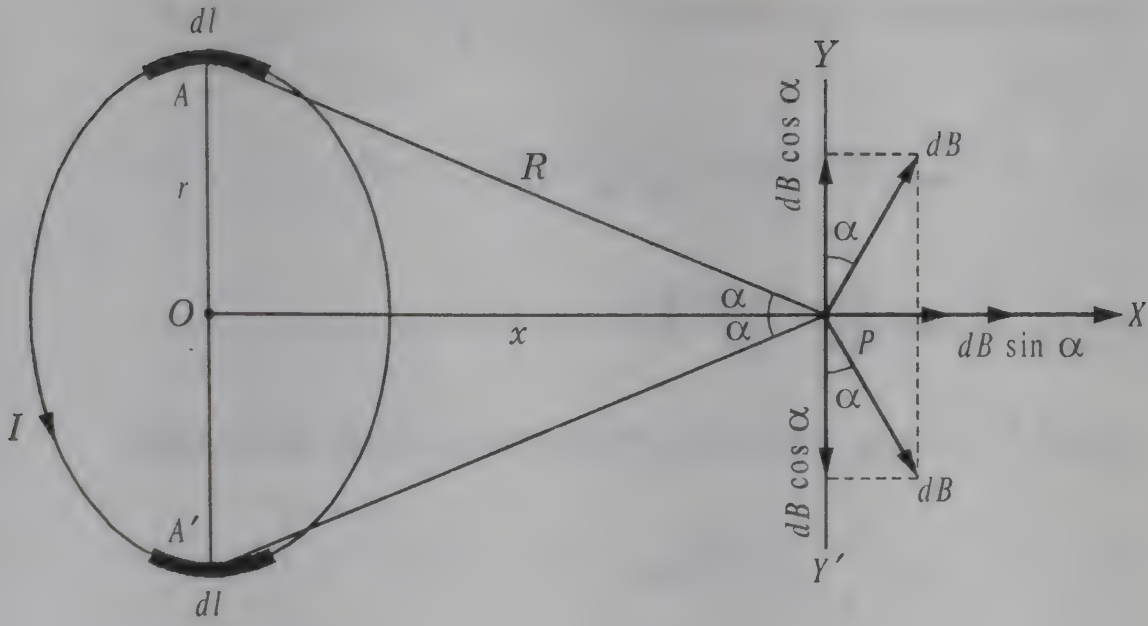
ಈ ರೀತಿ ಬರೆದಾಗ dB ಯ ದಿಶೆಯು ತಾನಾಗಿಯೇ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. $dB = dl \times r$

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆ

ಚಿತ್ರ 14.4ರಲ್ಲಿ n ಸುತ್ತುಗಳುಳ್ಳ ಮತ್ತು r ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಒಂದು ವರ್ತುಲಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ I ಎಂಬ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. P ಎಂಬುದು ಇದರ ಅಕ್ಷದಮೇಲೆ ವಾಹಕದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ x ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದು. ಈ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯೆ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಿರುವುದು.

ಇಡಿಯ ವಾಹಕವನ್ನು dl ಉದ್ದದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದು. A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಭಾಗದಿಂದ P ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆ:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl \sin\theta}{R^2}$$



ಚಿತ್ರ 14.4

ಇಲ್ಲಿ θ ಎಂಬುದು *PA* ರೇಖೆಯ *dl* ನೊಂದಿಗಿನ ಕೋನ. ಇದು 90° ಇರುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ $\sin\theta = 1 \quad dB = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I\,dl}{R^2}$

dB ಯ ದಿಕ್ಕು *P* ಮತ್ತು *dl* ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ *PA* ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ *PAO* ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

dB ಯನ್ನು P_x ಮತ್ತು P_y ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಪೃಥಕ್ಕರಿಸಿದಾಗ ಇದು ಕ್ರಮವಾಗಿ $dB\sin\alpha$ ಮತ್ತು $dB\cos\alpha$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. *A* ನಿಂದ ಎಳೆದ ವ್ಯಾಸದ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯ ಬಿಂದು *A′* ಆಗಿರಲಿ. ಈ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ *dl* ಭಾಗವು *P* ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ *dB* ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ *dB* ಯನ್ನು *x* ಮತ್ತು *y* ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಪೃಥಕ್ಕರಿಸಿದಾಗ $dB\sin\alpha$ ಮತ್ತು $dB\cos\alpha$ ಭಾಗಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ $dB\cos\alpha$ ಭಾಗವು ಮೊದಲಿನ $dB\cos\alpha$ ಭಾಗದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ *A* ಮತ್ತು *A′* ಗಳಲ್ಲಿರುವ *dl* ನಿಂದ *P* ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಫ್ಲಕ್ಸ್ $2dB\sin\alpha$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಒಟ್ಟು ಸುರುಳಿಯನ್ನು ವಿಭಾಗಿಸಿದರೆ, ಒಟ್ಟು ಕ್ಷೇತ್ರಫ್ಲಕ್ಸ್:

$$B = \sum 2dB\sin\alpha$$

ಆದರೆ ಲಾಪ್ಲಾಸ್‌ನ ನಿಯಮದಿಂದ $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{R^2}$

$$B = \sum 2\,dB \sin\alpha = 2\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{R^2}.\sin\alpha$$

$$\therefore \quad B = \frac{2\mu_0}{4\pi} \frac{I\sin\alpha}{R^2} \sum \delta I$$

ಆದರೆ $\sum dl = \pi rn$ (ಸುರುಳಿಯ ಅರ್ಧಭಾಗವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಮನಿಸಿಬೇಕು)

$$\therefore \quad B = 2.\frac{\mu_0}{4\pi}.\frac{I\sin\alpha}{R^2}\pi rn$$

ಈಗ AOP ತ್ರಿಕೋನದಲ್ಲಿ $R^2 = \left(r^2 + x^2\right)$ ಮತ್ತು

$$\sin\alpha = \frac{r}{R} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

ಆದ್ದರಿಂದ $B = \frac{\mu_0}{4\pi}.\frac{2\pi nlr}{\left(r^2 + x^2\right)} \times \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}}$ n – ಸುತ್ತುಗಳಿದ್ದಾಗ

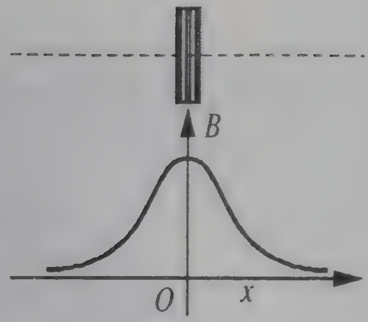
$$\text{ಅಥವಾ} \quad B = \frac{\mu_0}{4\pi}.\frac{2\pi nl\,r^2}{\left(r^2 + x^2\right)^{3/2}} \qquad \ldots (2)$$

$B = \frac{\mu_0}{2}.\frac{nlr^2}{\left(r^2 + x^2\right)^{3/2}}$ ಇದು ಅಕ್ಷದ ಗುಂಟ OP ಇರುವ ಅಕ್ಷದ x - ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಸಮೀಕರಣ (02) ದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ತಂತಿಯ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಸಮೀಕರಣ (02) ರಲ್ಲಿ $x = 0$ ಆದಾಗ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ತಂತಿಯ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆ,

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi n l\, r^2}{\left(r^2 + x^2\right)^{3/2}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi n l\, r^2}{\left(r^2\right)^{3/2}}$$



ಚಿತ್ರ 14.5
ದೂರದೊಂದಿಗೆ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿ ವಾಹಕದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ :

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi n l\, r^2}{\left(r^2\right)^{3/2}}$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 n I}{2r}} \qquad \text{... (03)}$$

ಗಮನಿಸಿ : ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಸದಿಶ ನಿಯಮರೀತ್ಯಾ ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ

$$dB = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{dl \times r}{r^3} \qquad \text{... (04)}$$

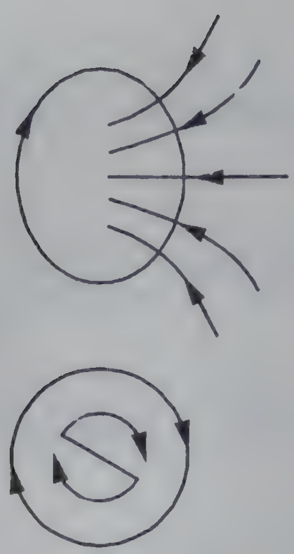
ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಸಮೀಕರಣ (01) ಅನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಸಮೀಕರಣ (04) ರ ಪ್ರಕಾರ, dB ದಿಶೆಯು $dl \times r$ ರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಫಲಿತಕ್ಷೇತ್ರ B ಯನ್ನು ಸಮೀಕರಣ (04)ರ ಸದಿಶ ಅನುಕಲನದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.

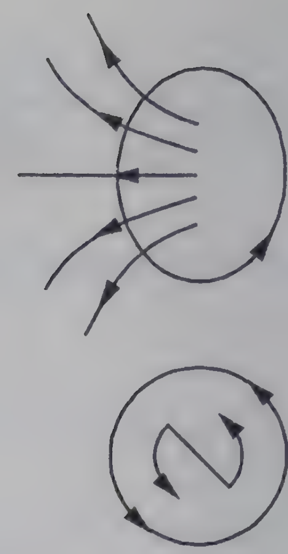
$$B = \int dB$$

ಕಾಂತ ದ್ವಿಧ್ರುವ

ಒಂದು ಸುರುಳಿ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ, ಬಲಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳು ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಕಾಂತ ಬಲರೇಖೆಗಳು ಸುರುಳಿಯ ಒಳಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತವೆ, ಚಿತ್ರ 14.6(a). ಅದೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಚಿತ್ರ 14.6(b) ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಬಲರೇಖೆಗಳು ಅಪಸರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಅದು ದ್ವಿಧ್ರುವದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅಕ್ಷ ಅದರ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸುರುಳಿಯ ಒಂದು ಮುಖ ಕಾಂತದ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದಂತೆಯೂ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಮುಖ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 14.6(a)
ಈ ಮುಖ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ



ಚಿತ್ರ 14.6(b)
ಈ ಮುಖ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ

ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರಳಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ

ಒಂದು ಸುತ್ತಿರುವ r ತ್ರಿಜ್ಯದ ವೃತ್ತೀಯ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ I ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ, $m = IA$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ $A = \pi r^2$ ಹಾಗೂ m, ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವದ ಪ್ರತೀಕ.

ಗಮನಿಸಿ : ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ, ಅದರ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ x ದೂರದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ;

$B = \frac{\mu_0 I r^2}{2x^3}$ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಇಲ್ಲಿ $x >> r$ ಎಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ.

$$B = \frac{\mu_0 I \pi r^2}{2\pi x^3} = \frac{\mu_0 I A}{2\pi x^3} \qquad (\because \pi r^2 = A)$$

ಆದರೆ $IA = m$ (ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ)

ಹೀಗಾಗಿ $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2m}{x^3}\right)$ ಆಗುತ್ತದೆ.

- ಅಕ್ಷದ ಲಂಬಛೇದಕದಲ್ಲಿ x ದೂರದಲ್ಲಿ, $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{m}{x^3}\right)$

ವಿ.ಸೂ. : ಸ್ಥಾಯೀ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿ-ಧ್ರುವದ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ x ದೂರದಲ್ಲಿನ

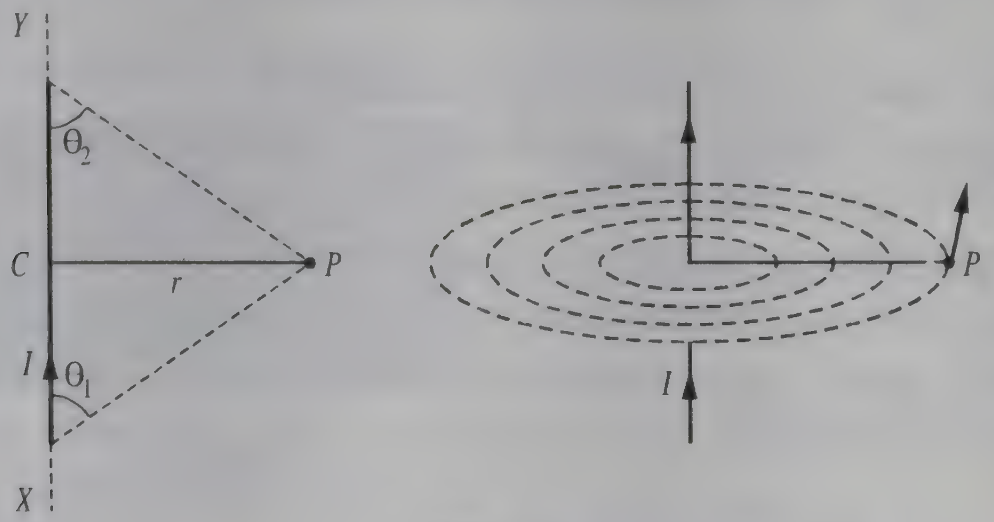
ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಗೆ $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{2P}{x^3}$ ಆಗಿದ್ದನ್ನು ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ.

ವೃತ್ತೀಯ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ n ಸುತ್ತುಗಳಿದ್ದಾಗ, $m = n I A$

ನೇರವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಹರಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತೀಯಕ್ಷೇತ್ರ

ಚಿತ್ರ 14.7ರಲ್ಲಿ XY ಎಂಬ ನೇರವಾಹಕದಲ್ಲಿ I ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ r ಪ್ರಮಾಣದ ಲಂಬದೂರದಲ್ಲಿನ P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು,

$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r} \left(\cos\theta_1 - \cos\theta_2\right)$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 14.7

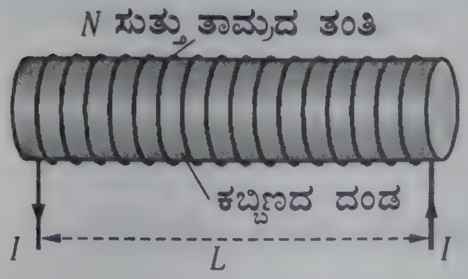
ವಾಹಕದ ಉದ್ದ ಅನಂತವಾಗಿದ್ದಾಗ $\theta_1 = 0°$ ಮತ್ತು $\theta_2 = 180°$ ಆಗುತ್ತದೆ.

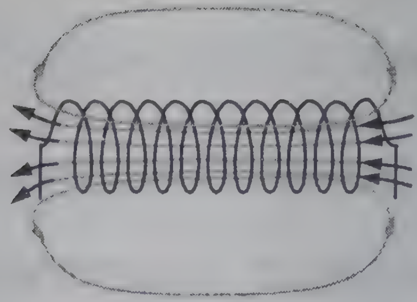
ಹೀಗಾಗಿ $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ ... (05)

ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ

ಅವಾಹಕ ಕವಚವಿರುವ ತಾಮ್ರದ ಉದ್ದವಾದ ತಂತಿಯನ್ನು ಅಡಕವಾಗಿ ಒಂದು ಸಿಲಿಂಡರನ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿದರೆ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಸುತ್ತುಗಳಿವೆ ಎಂಬುದು ಇದರಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. L ಉದ್ದದ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ N ಸುತ್ತುಗಳಿದ್ದರೆ, ಪ್ರತಿ ಮಾನ ಉದ್ದದಲ್ಲಿರುವ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ

$(n) = \frac{N}{L}$





ಚಿತ್ರ 14.8 ಸೊಲೆನಾಯ್ಡ್

ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ P ನಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಸಂಪೂರ್ಣ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ :

$B = \frac{\mu_0 NI}{2L}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ... (06)

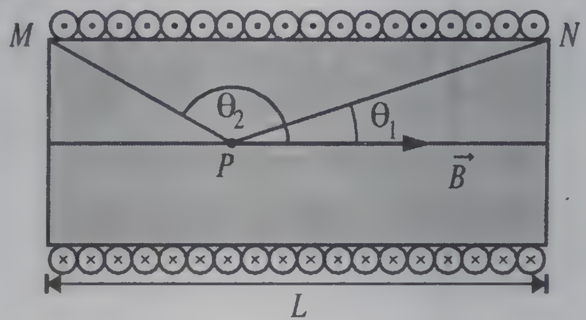
(a) ಅನಂತ ಉದ್ದದ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ :

ಈಗ $\theta_1 = 0 \quad \theta_2 = \pi$ ಆದ್ದರಿಂದ

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2L}(\cos 0 - \cos\pi)$$

$$= \frac{\mu_0 NI}{2L}(1+1)$$

$$\therefore \quad \boldsymbol{B = \frac{\mu_0 NI}{2L} = \mu_0 nI} \qquad \text{... (07)}$$



ಚಿತ್ರ 14.9

(b) p, ಅನಂತ ಉದ್ದದ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನ ತುದಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ

$\theta_1 = 0$; $\theta_2 = 90°$ ಹೀಗಾಗಿ

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2L}(\cos 0 - \cos 90°) = \frac{\mu_0 NI}{2L}$$

$$\therefore \quad \boldsymbol{B = \frac{\mu_0 nI}{2}}$$

ಸೂಚನೆ : ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ $B = \mu_0 nI$ (ಅನಂತ ಉದ್ದವಿದ್ದಾಗ), ಮತ್ತು $B = \frac{\mu_0 nI}{2}$ (ಅನಂತ ಉದ್ದದ ಸೊಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನ ಒಂದುತುದಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ).

ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಅಗತ್ಯವಾದಾಗ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವ್ಯಾಸ 15.0 mm ಮತ್ತು 125 mm ಉದ್ದ ಹಾಗೂ 250 ಸುರುಳಿಗಳಿರುವ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ 0.320A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ : $B = \mu_0 nI$

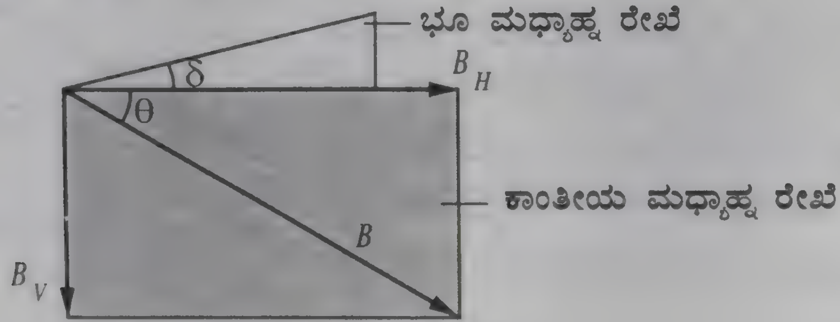
ಇಲ್ಲಿ, $n = \dfrac{250}{0.125} = 2.00\times10^3$ ಸುರುಳಿಗಳು

$$\therefore \quad B = 4\pi\times10^{-7}\times 2\times10^3\times 0.320$$

$= 8.04\times10^{-4}\,\mathrm{T}$ ದಷ್ಟು ಏಕರೀತಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿರುತ್ತದೆ.

ಭೌಮಿಕ (*terrestrial*) ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ

ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಆವರಿಸಿದೆ. ಮುಕ್ತವಾಗಿ ತೂಗುಹಾಕಿದ ಕಾಂತಸೂಚಿ ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ - ದಕ್ಷಿಣ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ. ಕಾಂತಸೂಚಿಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವು ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ ಮುಖಿಯಾಗಲು ಭೂಮಿಯ ದಕ್ಷಿಣ ಕಾಂತ ಧ್ರುವ ಅಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ ಕಾಂತಧ್ರುವವು ದಕ್ಷಿಣ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಕಾಂತ ದಿಕ್ಸೂಚಿ ಉತ್ತರ - ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬ ಸತ್ಯವನ್ನು ಕೊಲಂಬಸ್ ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಯಾನ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗಲೇ ಗುರುತಿಸಿದ್ದ.



ಚಿತ್ರ 14.10

ಭೂಗೋಳ ಧ್ರುವಗಳನ್ನೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಳವನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗುವ ವೃತ್ತರೇಖೆಗೆ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ರೇಖೆ (*geographic meridian*) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದೇ ರೀತಿ ಭೂಕಾಂತ ಧ್ರುವಗಳನ್ನೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಹಾದೂ ಹೋಗುವ ವೃತ್ತರೇಖೆಯೇ ಕಾಂತೀಯ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ರೇಖೆ (*magnetic meridian*)

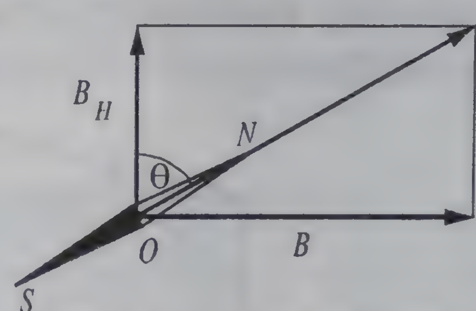
ಇವುಗಳನ್ನು ಭೌಗೋಳಿಕ ಮತ್ತು ಕಾಂತೀಯ ಯಾಮ್ಯೋತ್ತರ ತಲಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನದ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಕಾಂತ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ಸಮರ್ಥ ಬಳಕೆಗೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ಈ ಕೋನಕ್ಕೆ **ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್ಪಾತ** (*magnetic declination*) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್ಪಾತವನ್ನು ಪಶ್ಚಿಮ ಅಥವಾ ಪೂರ್ವವೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ.

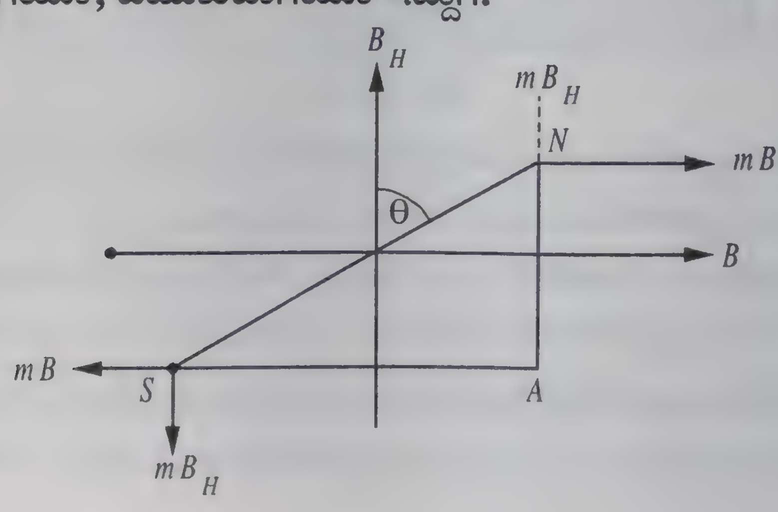
ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀವ್ರತೆಯ ದಿಶೆಯು, ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಳದ **ಹಾರಿಜದ** (*horizon*) ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಶೆಗೂ, ಹಾರಿಜಕ್ಕೂ ನಡುವಿನ ಕೋನಕ್ಕೆ ಕಾಂತನತಿ (*magnetic dip*) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ಕೂಡ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ **ಕ್ಷಿತಿಜೀಯ ಘಟಕ** (*horizontal component*) ಮತ್ತು **ಊರ್ಧ್ವಘಟಕ**ಗಳ ಅರಿವೂ ಅಗತ್ಯ. ಹೀಗಾಗಿ ; ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್ಪಾತ (δ) ಕಾಂತನತಿ (θ) ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ಷಿತಿಜೀಯ ಘಟಕ (B_H) ಗಳನ್ನು ಭೂಕಾಂತತ್ವದ ಮೂಲಾಂಶಗಳು ಎಂದು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಮೂಲಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ಹಾಗೂ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮ (*Tangent law*)

ಒಂದು ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿರುಗುವಂತೆ ಹೊಂದಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ, ಉತ್ತರದಕ್ಷಿಣದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಭೂಮಿಯ ಒಟ್ಟು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಮತಲ ಅಂಗಭಾಗ(B_H). ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತಂದರೆ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಹೊಂದುತ್ತದೆ. ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ಧ್ರುವಪ್ರಮಾಣ (*Pole strength*) m ಆಗಿದ್ದು ಅದರ N ಧ್ರುವದಮೇಲೆ B_H ಮತ್ತು B ಬಲಗಳು ಆರೋಪವಾಗಿವೆ. ಚಿತ್ರ 14.11. ಇದೇ ರೀತಿಯ ಬಲಗಳು S ಧ್ರುವದ ಮೇಲೂ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆರೋಪಗೊಂಡಿವೆ. B_H ನ ದೆಸೆಯಿಂದಾಗಿ ಎರಡೂ ಧ್ರುವಗಳಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳು ಒಂದು ಬಲಯುಗ್ಮ ಆಗಿ ಸೂಚಿಯನ್ನು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಬಲಯುಗ್ಮಗಳ ಭ್ರಾಮಕಗಳು ಸಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿಯೂ, ವಿಮುಖವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದಾಗ:



ಚಿತ್ರ 14.11 ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮ



$$mB_H \times SA = mB \times NA \quad \text{ಅಥವಾ} \quad \frac{B}{B_H} = \frac{SA}{NA} = \tan\theta$$

ಅಥವಾ $B = B_H \tan\theta$ ಈ ಸೂತ್ರಕ್ಕೆ **ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಇಲ್ಲಿ B_H ಅನ್ನು ನಿಗ್ರಹಕ್ಷೇತ್ರ ಎಂದೂ, B ಅನ್ನು ಅಪಸಾರಕ್ಷೇತ್ರ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಈ ನಿಯಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ **ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್** ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ :

ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಮತ್ತು ಅಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣದಿಂದ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಿದ್ಧಾಂತ :

ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಸುರುಳಿಯ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ.

$$B = \frac{\mu_0 nI}{2r}$$

ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯ ಸಮತಲವು ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದಾಗಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಪೂರ್ವ - ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಸುರುಳಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣದಾದ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ :

$$B = B_H \tan\theta$$

$$\frac{\mu_0 nI}{2\mathrm{r}} = B_H \tan\theta$$

$$\therefore \quad I = \left(\frac{2r B_H}{\mu_0 n}\right) \tan\theta = K \tan\theta$$

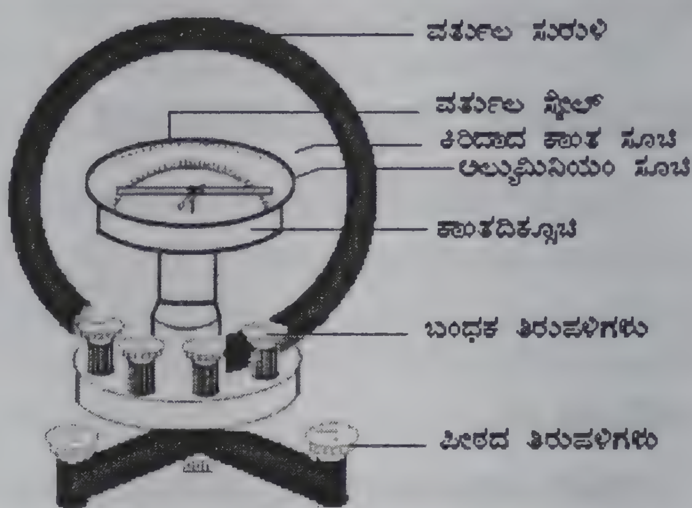
ಇಲ್ಲಿ K ಎನ್ನುವುದು ಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ನಿಯತಾಂಕ. ಇದನ್ನು ಮಾಪಕದ ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶ (*reduction factor*) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$I = K \tan\theta$ ಸಮೀಕರಣದ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಮಾಪಕವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$\theta = 45°$ ಆದಾಗ $I = K$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ 45° ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸಬೇಕಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಮಾಪಕದ ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಕವೆಂದು ಹೆಸರು.

ರಚನೆ : ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಅವಾಹಕ ಹೊದಿಕೆಯುಳ್ಳ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯನ್ನು ಅವಾಹಕದಿಂದ ಮಾಡಿದ ವರ್ತುಲ ಚಕ್ರದಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಸುತ್ತು ಸುತ್ತಿದೆ. ತಂತಿಯ ತುದಿಗಳನ್ನು ಚಕ್ರದ ಅಧಾರದ ಮೇಲಿರುವ ಬಂಧಕ ತಿರುಪಳಿಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಮಾಪಕವನ್ನು ಬಳಸುವಾಗ ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ಸುತ್ತು ತಂತಿಯನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. (ಅಂದರೆ n ಬೆಲೆ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.) ಚಕ್ರವನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಪೀಠವನ್ನು ಸಮತಟ್ಟುಗೊಳಿಸಲು ಅದರ ತಳದಲ್ಲಿ ತಿರುಪಳಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಚಕ್ರದ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಪೀಠದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕಾಂತಮಾಪಕವನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿನ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ಅಕ್ಷವು ಚಕ್ರದ ಅಕ್ಷದೊಂದಿಗಿದ್ದು ಅದರ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವು ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಏಕರೀತಿಯದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತಾಳೆಯಾಗಲು ಕಾಂತದಿಕ್ಸೂಚಿಯು ಚಿಕ್ಕದಿದ್ದು ಅದಕ್ಕ ಲಂಬವಾಗಿ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್‌ನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಉದ್ದನೆಯ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ತುದಿಯು 360° ಡಿಗ್ರಿಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕುಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಡಗಿಸಿರುವ ವೃತ್ತೀಯ ಸ್ಕೇಲ್ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ θ ವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 14.12 ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ

(ಇದನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೋಡಿ)

ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶವನ್ನು ಅಳೆಯುವ *SI* ಮಾನ ಅಂಪೇರ್.

ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ಉಪಯೋಗಗಳು :

1. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.
2. ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.
3. ಆಮ್‌ಮೀಟರ್‌ನ ರೀಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ತಪ್ಪಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಬಹುದು.

ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರಿನ ದೋಷಗಳು :

1. ಪ್ರತಿಸಲ ರೀಡಿಂಗ್ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಾಗಲೂ ಅದರ ಸುತ್ತ ಕಾಂತೀಯವಸ್ತುಗಳು ಇರದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.
2. ಪ್ರತಿಸಲ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಭೂಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿ ದರ್ಶಿನಿಯನ್ನು 0-0 ಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ನಂತರ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಸಬೇಕು.
3. ಉಪಕರಣವು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ, ಬೇರೆಕಡೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವುದು ಕಷ್ಟ.
4. ಬೇರೆಬೇರೆ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬೆಲೆ ಬದಲಾಗುವುದರಿಂದ K ಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಸಲ ಗುಣಿಸಬೇಕು.
5. ಪ್ರತಿಸಲ ದರ್ಶಿನಿಯ ಎರಡೂ ತುದಿಗಳ ರೀಡಿಂಗ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಮತ್ತೆರಡು ರೀಡಿಂಗ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಈ ನಾಲ್ಕು ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳ ಸರಾಸರಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಗುಣಿಸಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ಕಾಲವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ.
6. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬೆಲೆ θ ಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರದೆ $\tan\theta$ ಗೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ $\tan\theta$ ಗೆ ಅದರ ನಿಖರತೆ ನಿಯತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.
7. ಸಾಪೇಕ್ಷ ನಿಖರತೆ $\frac{dI}{I}$ ಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

$$I = K\tan\theta$$

$$dI = K\sec^2\theta\, d\theta$$

$$\frac{dI}{I} = \frac{\sec^2\theta . d\theta}{\tan\theta} = \frac{2.d\theta}{\sin 2\theta}$$

$\sin 2\theta$ ಬೆಲೆ ಗರಿಷ್ಠವಾದಾಗ ನಿಖರತೆ ಗರಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ $\sin 2\theta = 1$ ಅಥವಾ $\theta = 45^\circ$ ಆಗಬೇಕು. ಅಂದರೆ 45° ಯ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ನಿಖರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **ಒಂದು ಸಮವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಉತ್ತರಕ್ಕಿದ್ದು ಅದರ ಬೆಲೆ $1.5\ \mathrm{Wbm^{-2}}$ ಇದೆ. $5\,\mathrm{MeV}$ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಒಂದು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ಬಲವೆಷ್ಟು ?**

$\left[m_P = 1.7\times10^{-27}\,\mathrm{kg},\ 1eV = 1.6\times10^{-19}\,\mathrm{J}\right]$

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಚಲನಶಕ್ತಿ $(K) = 5\text{MeV}$

$$= 5\times1.6\times10^{-13}\text{ J}$$

ಚಲನ ಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2}mV^2$

$$\therefore \quad V=\sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2\times5\times10^{-13}}{1.7\times10^{-27}}} = 3.1\times10^{7}\text{ m/s}$$

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುವ ಬಲ

$$f = qVB\sin\theta$$

$$= 1.6\times10^{-19}\times3.1\times10^{7}\times1.5\times\sin 90^\circ$$

$$= 7.4\times10^{-12}\text{N}$$

7.4×10^{-12}N ಬಲವು ಪೂರ್ವದಿಕ್ಕಿಗೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

2. ಒಂದು ಮಿಲಿಯನ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವೋಲ್ಟ್ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸಮವಾದ ಕಾಂತೀಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರಾದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ಇದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲು ಒಂದು ಆಲ್ಫಕಣಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು ?

ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ,

$$K = 1\times10^{6}\text{eV} = 1.6\times10^{-19}\times10^{6} = 1.6\times10^{-13}\text{ J}$$

ಪ್ರೋಟಾನಿನ ವೇಗ $= V = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-13}}{1,7\times10^{-27}}}$

$$= 4.34\times10^{6}\text{ms}^{-1}$$

ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ $= \frac{mV}{qB} = \left(\frac{1.7\times10^{-27}\times4.36\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times B}\right)$

$$= \frac{416\times10^{-2}}{B}\text{m}$$

ಆಲ್ಫ ಕಣಕ್ಕೆ $r=\frac{4.6\times10^{-2}}{B}$ m

$$m=4\times1.7\times10^{-27}\text{ kg}$$

$$q=2\times1.6\times10^{-29}$$

$$V=\frac{rqB}{m}=\frac{4.6\times10^{-2}}{B}\times\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times B}{4\times1.7\times10^{-27}}=2.17\times10^{6}\text{ ms}^{-1}$$

ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2}\times4\times1.7\times10^{-27}\times\left(2.17\times10^{6}\right)^{2}$

ಆಲ್ಫ ಕಣದ ಚಲನಶಕ್ತಿ = 0.01MeV

3. **ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್ 3 cm. ಅದರಲ್ಲಿ 850 ಸುತ್ತುಗಳ 5 ಪದರಗಳಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ 5 ಆಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಸಿದರೆ ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಷ್ಟು ?**

$$B=\mu_0 In = 4\pi\times10^{-7}\times5\times850$$

ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ = $\mathbf{2.7\times10^{-2}\ T}$

4. **ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಯ 4 cm ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ 2A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೆ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 3cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದಮೇಲೆ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆಯೆಷ್ಟು ?**

ಸುರುಳಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ $r=\frac{4\times10^{-2}}{2}=2\times10^{-2}$ m

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ $I=2$A

ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಬಿಂದುವಿನ ದೂರ $x=3\times10^{-2}$ m

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi n I r^2}{\left(r^2+x^2\right)^{3/2}}=\frac{10^{-7}\times2\times3.142\times1\times2\times\left(2\times10^{-2}\right)^2}{\left[\left(2\times10^{-2}\right)^2+\left(3\times10^{-2}\right)^2\right]^{3/2}}$$

$\mathbf{B=1.073\times10^{-5}\ T}$.

5. **ಒಂದು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಸುರುಳಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.08m ಇದ್ದು ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 5 ಆಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ 0.8A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೆ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಗುಣಿಸಿರಿ.**

$r = 0.08\text{m}, I = 0.8\text{A}, n = 5, B = ?$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi nI}{r}$$

$$= \frac{10^{-7} \times 2 \times 3142 \times 5 \times 0.8}{0.08}$$

$$= 3.142 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ = 3.142×10^{-5} T

6. **ಒಂದು ಸುತ್ತಿನ ಮತ್ತು 0.34 ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ *TG* ಯಲ್ಲಿ 10A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ 45° ಪಲ್ಲಟನ ಉಂಟಾದಾಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿನ B_H ಬೆಲೆ ಏನು ?**

$I = K \tan\theta$

$$K = \frac{I}{\tan\theta} = \frac{10}{\tan 45} = 10\text{A}$$

$$K = \frac{4\pi}{\mu_0} \frac{r B_H}{2\pi n}$$

$$10 = 10^7 \times \frac{0.34 \times B_H}{2 \times 3.14 \times 1}$$

$$B_H = \frac{10 \times 2 \times 3.14}{10^7 \times 0.34}$$

$$\mathbf{B_H = 0.185 \times 10^{-5}\ T}$$

7. **ಒಂದು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು *TG*, 2V ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಬಲವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕೋಶ, ಒಂದು 60Ω ರೋಧವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ. *TG* ಯ ಸುರುಳಿಯ ರೋಧ 18Ω. ಅದರಲಲ್ಲಿ 45° ಪಲ್ಲಟನ ಉಂಟಾದರೆ ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕ**

ರೋಧವೇನು ? (*TG* ಯ ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶ 25mA)

$$E=2\text{V}, R=60\Omega, G=18\Omega, \theta=45°, K=25\times10^{-3}\text{ A}$$

$$I=k\tan\theta$$

$$= 25\times10^{-3}\times\tan 45$$

$$I=\frac{E}{R+G+r}$$

$$R+G+r=\frac{E}{I} = \frac{2}{25\times10^{-3}} = \frac{2000}{25}=80$$

$$r=80-(R+G)$$

$$\mathbf{80-(60+18)=2\Omega}$$

8. ಎರಡು *TG* ಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಅವುಗಳ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಮ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ 30° ಮತ್ತು 60° ಪಲ್ಲಟನವುಂಟಾದರೆ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳ ಪ್ರಮಾಣವೇನು ?

ಶ್ರೇಣಿಬಂಧದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಸಮ.

$$\therefore \quad I = K, \tan\theta_1 = K_2\tan\theta_2$$

$$\frac{4\pi}{\mu_0}\frac{r_1 B_H}{2\pi n}\tan\theta_1 = \frac{4\pi}{\mu_0}\frac{r_2 B_H}{2\pi n}\tan\theta_2$$

$$r_1\tan\theta_1=r_2\tan\theta_2$$

$$\frac{r_1}{r_2}=\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2}=\frac{\tan 60°}{\tan 30°}$$

$$=\frac{\sqrt{3}}{\frac{1}{\sqrt{3}}}=3:1$$

ತ್ರಿಜ್ಯಗಳ ಪ್ರಮಾಣ = 3:1

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಕಾಂತಸೂಚಿಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಯಾರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು ?
2. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದುಂಟಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಶೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಹೇಗೆ ?
3. ನೇರ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಶೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
4. ವಿದ್ಯುತ್ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಉತ್ತರ ದಿಶೆಯಿಂದ ದಕ್ಷಿಣ ದಿಶೆಯತ್ತ ಹಾಯುವಾಗ ಉಂಟಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ದಿಶೆಯಾವುದು ?
5. ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿದಾಗ ಸಮಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಎಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ?
6. ಕಾಂತದ್ವಿಧ್ರುವವೆಂದರೇನು ?
7. ಸುರುಳಿ ವಾಹಕದ ಕಾಂತ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವೆಷ್ಟು ?
8. ಅನಂತ ಉದ್ದದ ಒಂದು ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?
9. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮವೆಂದರೇನು ?
10. ಕಾಂತಸೂಚಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರತೆ ಪಡೆಯಲು ಏನು ಕಾರಣ ?
11. ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್ಪಾತವೆಂದರೇನು ?
12. ಕಾಂತನತಿ ಎಂದರೇನು ?
13. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ಷಿತಿಜೀಯ ಘಟಕವೆಂದರೇನು ?
14. ಭೂಕಾಂತತ್ವದ ಮೂರು ಮೂಲಾಂಶಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
15. ಅನಂತ ಉದ್ದದ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿದಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?
17. ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶವನ್ನು ಯಾವ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ ?
18. ಟಿ.ಜಿ.ಯ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
19. ಟಿ.ಜಿ.ಯ ಎರಡು ದೋಷಗಳೇನು ?
20. r ತ್ರಿಜ್ಯದ ಒಂದು ವೃತ್ತೀಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ n ಬಾರಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿದೆ. ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೆಷ್ಟು ?

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಲಾಪ್ಲಾಸ್ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ಅದರ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
2. ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
3. ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿ, ಸುರುಳಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ವಿವರಿಸಿ. ಇದರ ಒಂದು ಉಪಯೋಗವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
4. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.
5. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ಅದರ ಅಪಕರ್ಷಣವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ 10eV ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಸಮವಾದ ಮತ್ತು 10^{-4} T ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕಾಂತೀಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವೇನು ?

   [0.11m]

2. ಒಂದು ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಬೆಲೆ $1.6\ Wb/m^2$ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ 0.08m ತ್ರಿಜ್ಯದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?

   [1.5MeV]

3. ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ 10A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಇದೆ. ಇದರ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಿಂದ 30° ಕೋನದಲ್ಲಿ 0.02 m ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಷ್ಟು ?

   [$0.125\ Wb/m^2$]

4. ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕಣವು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಚಲನಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಲೋಮ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

5. ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ 10^7 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಹಾಕಬೇಕಾದರೆ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಬಳಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ಇರಬೇಕು ?

[1.6×10^{-8}T ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ]

6. 0.8mm ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಒಂದು ಅಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್‌ನ ಒಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 800)

[6.4×10^{-9}T]

7. 500eV ಚಲನಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಆಲ್ಫಕಣವು ಒಂದು ಸಮವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. ಕ್ಷೇತ್ರದ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಸಾಂದ್ರತೆ 1000 ಟೆಸ್ಲಾ ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುವ ಬಲವೆಷ್ಟು ?

[5×10^{-5}N]

8. $10Am^2$ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕಾಂತವನ್ನು 0.1m ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು 50 ಸುತ್ತುಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು *TG* ಯ ಅಕ್ಷದಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿದೆ. ಸುರುಳಿಯು ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿದ್ದು ಅದರ ಕೇಂದ್ರವು ಕಾಂತದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 0.2m ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ *TG*ಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಪಲ್ಲಟನ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬೆಲೆಯೇನು ?

(0.796A)

9. 5cm ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು 10 ಸುತ್ತುಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ 15cm ದೂರದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬೆಲೆಯೇನು ?

(3.974×10^{-7}T)

10. ಒಂದು *TG* ಮೂಲಕ 0.5 ಅಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ 60° ಪಲ್ಲಟನವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು 30°ಗೆ ಇಳಿಸಲು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಎಷ್ಟುಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬೇಕು ?

(0.33A)

11. ಒಂದು TG ಯಲ್ಲಿ 35 ಸುತ್ತುಗಳಿದ್ದು ಅದರ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯ 8.25cm ಆಗಿದೆ. ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ B_H ಬೆಲೆ 0.35×10^{-4} ಆದರೆ 2A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಅದು ತೋರಿಸುವ ಪಲ್ಲಟನವೇನು ?

(86°5′)

12. ಎರಡು TG ಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಪಲ್ಲಟನ ಸಮವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕ್ರಮವಾಗಿ 110 ಮತ್ತು 25 ಇದೆ. ಅವುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳ ಪ್ರಮಾಣವೇನು ?

(22 : 5)

13. 50 ಸುತ್ತುಗಳುಳ್ಳ ಮತ್ತು 8cm ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಯು B_H ಗೆ ಸಮವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾವೆಷ್ಟು ?

(0.046A)

14. ಕ್ಷಿತಿಜ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಒಂದು ಪಲ್ಲಟನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು $\sqrt{8}$ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ ಕಾಂತಸೂಜಿಯನ್ನು ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟು ದೂರ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋದರೆ ಪಲ್ಲಟನ ಹಿಂದಿದ್ದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ. ?

(ತಂತಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯದಷ್ಟು ದೂರ)

15. ಎರಡು ಸುರುಳಿಗಳು 7cm ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು 60 ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು 18cm ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಹೊಂದುವಂತೆ ಇಟ್ಟಿದೆ. 0.1 ಅಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯಬಿಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೆಷ್ಟು ?

$\left[2.48\times10^{-5}\text{T}\right]$

ವಿ.ಸೂ. ಒಂದು ಅಂಕದ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಮತ್ತು ಐದು ಅಂಕಗಳ ಒಂದು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಕೇಳಬೇಕು.

೧೫. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪರಿಣಾಮ

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ $\vec{B}$ ನಲ್ಲಿ q ಪ್ರಮಾಣದ ಆವೇಶ $\vec{V}$ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅನುಭವಿಸುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಬಲ $\vec{F}$

$$\vec{F} = q\left(\vec{V} \times \vec{B}\right) \qquad \ldots (1)$$

ಇದೊಂದು ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿದ್ದು, $\vec{F}$ ಸದಿಶವು $\vec{V}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಸದಿಶಗಳಿರುವ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪ್ರಮಾಣ,

$$F = qVB\sin\theta \qquad \ldots (2)$$

$\vec{V}$ ಮತ್ತು $\vec{B}$ ಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನಾಂತರ θ ಆಗಿದೆ.

$\theta = 0$ ಅಥವಾ 180° ಆಗಿದ್ದಾಗ $F = 0$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದೇ $\theta = 90^\circ$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಗರಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತದೆ. F ಪ್ರಮಾಣದ ಬಲವು ಆವೇಶದ ವೇಗ $\vec{V}$ ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು $\vec{V}$ ನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ತರುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಆದರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಲ್ಲ. ಇದನ್ನೇ ಸ್ಥಾಯಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಆವೇಶದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲಾರದು, ಯಾಕೆಂದರೆ ಅದು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ ಶೂನ್ಯ.

ಗಮನಿಸಿ : ವಿದ್ಯುಕ್ಷೇತ್ರ (E) ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ (B) ಗಳಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶ q_0 ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಬಲವನ್ನು,

$$\vec{F} = q_0\vec{E} + q_0\left(\vec{V} \times \vec{B}\right) \qquad \ldots (3)$$

ಇದನ್ನು ಲೊರೆಂಟ್ಸ್ ಬಲ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಯಾಂತ್ರಿಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ; ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಬಾಹ್ಯಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ B ನೊಂದಿಗೆ ನಡೆಸುವ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ.

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ $\overrightarrow{B}$ ನಲ್ಲಿ I ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ l ಉದ್ದದ ವಾಹಕ ಅನುಭವಿಸುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಬಲ $\overrightarrow{F}$,

$$\overrightarrow{F} = I\left(\vec{l} \times \overrightarrow{B}\right) \qquad \ldots (4)$$

ಇದೊಂದು ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧವಾಗಿದ್ದು, $\overrightarrow{F}$ ಸದಿಶವು $\vec{l}$ ಮತ್ತು $\overrightarrow{B}$ ಸದಿಶಗಳ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪ್ರಮಾಣ,

$$F = IlB\sin\theta \qquad \ldots (5)$$

l ಮತ್ತು B ಗಳ ನಡುವಿನ ಕೊನಾಂತರ θ ಆಗಿದೆ.

ವಾಹಕವು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅಂದರೆ $\theta = 0°$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

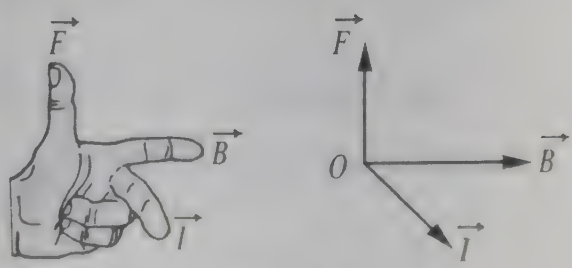
ಅದೇ $\theta = 90°$ ಆಗಿದ್ದಾಗ F ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\boxed{F = I\ell B} \qquad \ldots (6)$$

$i\,d\vec{l}$ ಅನ್ನು ಪ್ರವಾಹಿ ಖಂಡ ಎಂದು (*current element*) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ನಿಯಮ

ಎಡಗೈನ ತೋರು ಬೆರಳು, ಮಧ್ಯ ಬೆರಳು ಮತ್ತು ಹೆಬ್ಬೆರಳುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿ ಹಿಡಿದಿರುವಾಗ, ತೋರು ಬೆರಳು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ, ಮಧ್ಯ ಬೆರಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಹೆಬ್ಬೆರಳು ಚಲನೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 15.1

ಕಾಂತ ಫ್ಲಕ್ಸ್

ಈ ಹಿಂದೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಒಂದು ಸಮತಲದ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಬೀಳುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲರೇಖೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಂತಲೂ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಂದು ಕರೆದು ಅದು ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರಬಲವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಓದಿದ್ದೆವು. **ಒಂದು ಸಮತಲವನ್ನು ಲಂಬವಾಗಿ ಹಾಯುವ ಕಾಂತಬಲರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.**

ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ SI ಮಾನಕ್ಕೆ **ವೆಬರ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕಾಂತೀಯ ಅಭಿವಾಹದ (flux) ಏಕಮಾನ. ಪ್ರತೀಕ Wb. 1 ವೆಬರ್ = 10 ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್

ಒಂದು ಬಿಂದುವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಾಗಿನ ಕಾಂತೀಯ ಅಭಿವಾಹವನ್ನು ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾಂತೀಯ ಅಭಿವಾಹ (ಫ್ಲಕ್ಸ್) ಸಾಂದ್ರತೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಅಭಿವಾಹ ಸಾಂದ್ರತೆ ಒಂದು ಸದಿಶ. ಪ್ರತೀಕ $\vec{B}$ ಇದರ SI ಏಕಮಾನ ವೆಬರ್ / ಚದರ ಮೀಟರ್ $\left(Wbm^{-2}\right)$. ಇದಕ್ಕೆ **ಟೆಸ್ಲಾ** (T) ಇನ್ನೊಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ಆ ಬಿಂದುವಿನ ಬಳಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯ ಅಳತೆಗೋಲು.

ಗಮನಿಸಿ

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವೆಂದರೆ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ಸಮೂಹ. ಒಂದು ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸಲು ಕಾರಣ, ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಚಲನೆ. n ಪ್ರತೀಕವು ಪ್ರವಾಹ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸೂಚಿಸಲಿ. ಅವುಗಳು ಅನುಭವಿಸುವ ಸರಾಸರಿ ಬಲ

$F^1 = q_0 VB\sin\theta = eV_d B$ ಇಲ್ಲಿ V_d ಮಂದವೇಗ (*drift velocity*)

$$V_d = \frac{j}{ne} \quad \therefore F^1 = e\left(\frac{j}{ne}\right)B = j\frac{B}{n}$$

ℓ ಉದ್ದದ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ $nA\ell$ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ತಂತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಅನುಭವಿಸುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ಬಲ,

$$F = (nA\ell)F^1 = nA\ell j\frac{B}{n}$$

$jA = I$, ತಂತಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ

$$\therefore \boxed{F = I\ell B}$$

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲ

I_1 ಮತ್ತು I_2 ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ x ಮತ್ತು y ಎಂಬ ಅತಿ ಉದ್ದವಾದ ಸಮಾಂತರ ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ (ಚಿತ್ರ 15.2). $d\ell$ ಎಂಬುದು B ವಾಹಕದ ಒಂದು ಪ್ರವಾಹಿ ಖಂಡ. x ನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ಕರೆಂಟ್‌ನಿಂದ $d\ell$ ನಲ್ಲಿ ಮೂಡಿದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ B,



ಚಿತ್ರ 15.2

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \text{ (d, ಎರಡೂ ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ)} \qquad \ldots (7)$$

B ನ ದಿಶೆ ಹಾಳೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. I_2 ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ, B ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ $d\ell$ ನಲ್ಲಿ ಹರಿದಾಗ ಅದು dF ಪ್ರಮಾಣದ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತದೆ.

$$dF = I_2 d\ell B = I_2 d\ell \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \qquad \ldots (8)$$

dF ನ ದಿಶೆ x ವಾಹಕದತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ನಿಯಮದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

$\therefore$ ಒಂದು ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವಬೀರುವ ಬಲ,

$F = \frac{dF}{d\ell}$, dF ಬೆಲೆಯನ್ನು (ಸ. 8) ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \qquad \ldots (9)$$

ಇದೇ ರೀತಿ y ನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ I_2 ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದಿಂದಾಗಿ x ವಾಹಕದ ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ,

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \qquad \dots (10)$$

ಈ ಎರಡೂ ಸಮಾನ ಬಲಗಳು ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ, I_1 ಮತ್ತು I_2 ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹರಿದಾಗ (ಚಿತ್ರ 15.2*b*) ವಾಹಕಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ.

ಆಕರ್ಷಣ ಅಥವಾ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು,

- I_1 ಮತ್ತು I_2 ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು.
- d, ವಾಹಕಗಳ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.

ಆಂಪೇರ್‌ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ

ಅನಂತ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದ ಅಡ್ಡಕೊಯ್ತ ವಿರುವ ಎರಡು ವಾಹಕಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ, 1 ಮೀಟರ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯಬಿಟ್ಟ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಆ ವಾಹಕಗಳ ನಡುವೆ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬಲ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದಕ್ಕೆ 2×10^7 ನ್ಯೂಟನ್ ಆಗಿದ್ದರೆ ಆ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒಂದು ಆಂಪೇರ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಆಂಪೇರ್, ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಎಸ್‌ಐ ಏಕಮಾನ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಂದ್ರೆ ಮಾರಿ ಆಂಪೇರ್ (1775 - 1936) ಗೌರವಾರ್ಥ ಇದಕ್ಕೆ ಈ ಹೆಸರು.

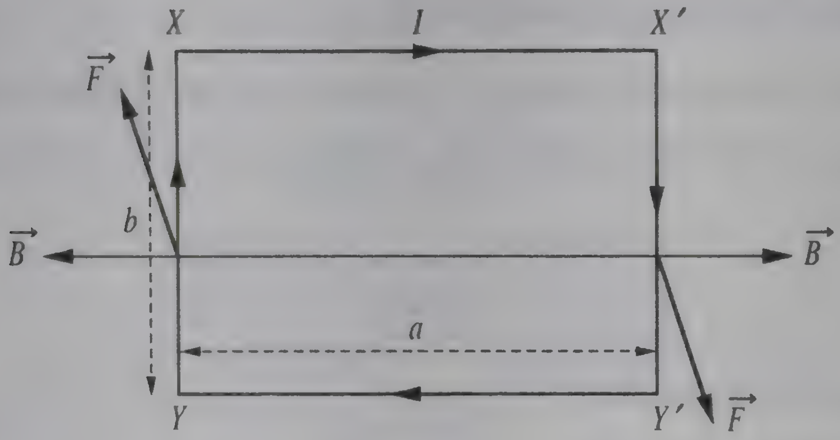
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹಿಕುಣಿಕೆಯ ಮೇಲಿನ ಭ್ರಾಮಕ

I ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹೊತ್ತ ವಾಹಕ ಕುಣಿಕೆಯನ್ನು B ಪ್ರಮಾಣದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಅದು ಬಿಂದುವೊಂದರ ಸುತ್ತ ಆವರ್ತನೆ ಇಲ್ಲವೇ ತಿರುಚಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಲದ ಲಂಬದೂರ ಮತ್ತು ಬಲದ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಭ್ರಾಮಕ (*torque*) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಪ್ರತೀಕ τ.

$$\boxed{\tau = I\left(\vec{A} \times \vec{B}\right)} \qquad \dots (11)$$

$\vec{A}$ ಕುಣಿಕೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸದಿಶ. τ ಒಂದು ಸದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ. ಇದರ ಏಕಮಾನ ನ್ಯೂಟನ್ - ಮೀಟರ್.

ಚಿತ್ರ 15.3ರಲ್ಲಿ 'a' ಉದ್ದ ಮತ್ತು 'b' ಅಗಲದ ಒಂದು ಆಯತಾಕಾರದ ಪ್ರವಾಹಿ ಕುಣಿಕೆಯನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದನ್ನು 'B' ಪ್ರಮಾಣದ ಸಮರೂಪಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದೆ. ಕುಣಿಕೆಯ xx^1 ಮತ್ತು yy^1 ಬಾಹುಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ B ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೂ ಅವು ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 15.3

ಅದೇ xy ಮತ್ತು x^1y^1 ಮತ್ತು ಬಾಹುಗಳು B ಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

xy ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ, $F = IBa\sin\theta$

x^1y^1 ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲವೂ, $F = IBa\sin\theta$

a ಮತ್ತು b ಗಳು ಲಂಬವಾಗಿದ್ದಾಗ, $\theta = 90°$ ಎರಡು ಸಮ ಸಮಾಂತರ ಬಲಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ xy ಮತ್ತು x^1y^1 ಬಾಹುಗಳ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಿ ಇದರಿಂದ ಕುಣಿಕೆ ಅನುಭವಿಸುವ,

ಭ್ರಾಮಕ = ಬಲ × ಬಲಗಳ ಲಂಬದೂರ

$= F \times b = IBab = IBA$ ($\because$ ab = ವಿಸ್ತೀರ್ಣ (A))

$$\therefore \boxed{\tau = nI\left(\vec{A} \times \vec{B}\right)}$$

n, ಕುಣಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಸುತ್ತು, A ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸದಿಶ.

ಗರಿಷ್ಠ ಭ್ರಾಮಕದ ಪರಿಮಾಣ, $\tau = nIAB$

ಗಮನಿಸಿ : 1) ವಿದ್ಯುತ್ ಮೋಟಾರ್‌ಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು ಈ ಸೂತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ.

2) ವಿದ್ಯುತ್ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವದಂತೆ, ಕಾಂತದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಪ್ರತೀಕ μ

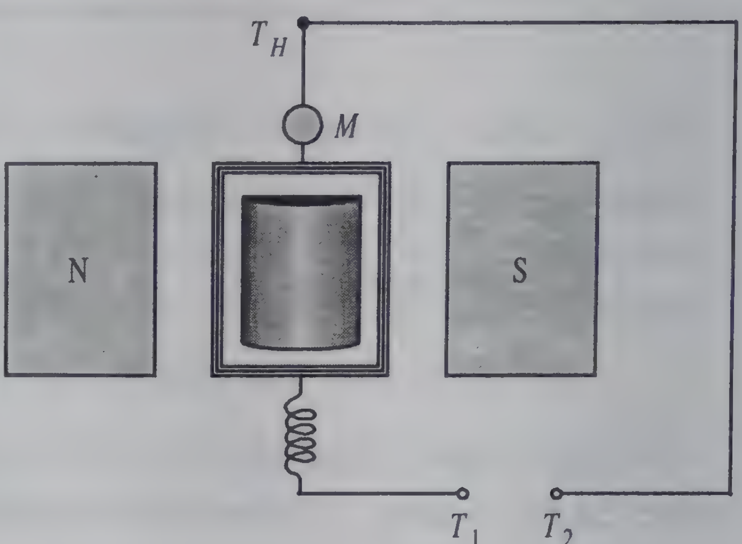
$$\boxed{\vec{\mu} = nI\vec{A}}. \quad \therefore \quad \vec{\tau} = \vec{\mu}\vec{B}$$

ಚರಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ತೀರ ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗಲೂ ಅದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ಮತ್ತು ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಪಕರಣ.

ರಚನೆ

ಅಕಾಂತೀಯ, ಆಯಾತಾಕಾರದ ಕಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಸುತ್ತು ಅವಾಹಕ ಹೊದಿಕೆಯಿರುವ ಸಣ್ಣಗಾತ್ರದ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಒಂದು ತುದಿಗೆ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್, ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಗೆ ಫಾಸ್ಫರ್‌ಬ್ರಾನ್ಜ್ ರಿಬ್ಬನ್ ಬೆಸುಗೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಕುದುರೆ ಲಾಳದಾಕಾರದ ಶಕ್ತಿಶಾಲಿ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಈ ತಂತಿ ಸುರುಳಿ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ನೇತಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 15.4

ಕುಣಿಕೆಗೆ ತಾಕದಂತೆ, ಅದರ ನಡುವೆ ಒಂದು ಮೆದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಉರುಳೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಕುಣಿಕೆಗೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣ (*M*) ವನ್ನು ಫಾಸ್ಫರ್‌ಬ್ರಾನ್ಜ್ ರಿಬ್ಬನ್‌ಗೆ ಬೆಸುಗೆ ಹಾಕಿರುತ್ತಾರೆ. ರಿಬ್ಬನ್‌ನ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಗೆ ಒಂದು ತಿರುಚುತಲೆ (T_H) ಇರುತ್ತದೆ. ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ನ ತುದಿಯನ್ನು T_1 ಗೂ ಮತ್ತು T_H ಅನ್ನು T_2 ಗೂ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. T_1 ಮತ್ತು T_2 ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ತಿರುಪುಗಳು.

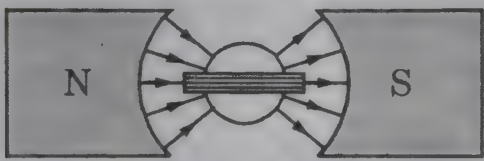
ಗಾಳಿಯಿಂದ ಸುರುಳಿ ಅಲುಗಾಡದಿರಲೆಂದು ಇಡೀ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಮುಂದುಗಡೆ ಪಾರಕಗಾಜಿನ ಬಾಗಲಿರುವ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಜೋಪಾನಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಬುಡಕ್ಕೆ

ಸಮತಟ್ಟುಗೊಳಿಸುವ ತಿರುಪುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ

ಕುದುರೆಲಾಳದಾಕಾರದ ಕಾಂತದಂಡದ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳ ಭಾಗವನ್ನು ನಿಮ್ನ ಆಕೃತಿಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 15.5). ಇದರ ಉದ್ದೇಶ ಕಾಂತಬಲರೇಖೆಗಳು ಅರೀಯ (*radial*) ವಾಗಿ ವೃತ್ತದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿಯ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

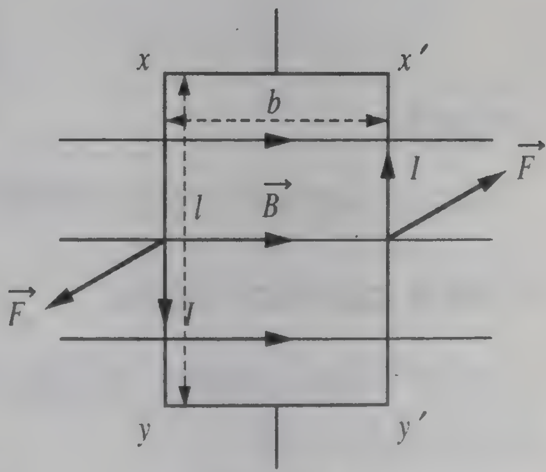
ಅರೀಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ



ಚಿತ್ರ 15.5

ಸಿದ್ಧಾಂತ

$xx'yy'$ ಆಯತಾಕಾರದ, n ಸುತ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅವಾಹಕ ಕವಚಹೊಂದಿರುವ ತಾಮ್ರದ ಸುರುಳಿ. ಆಯತದ ಉದ್ದ ℓ ಆಗಿದ್ದು, ಅಗಲ b ಮತ್ತು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $A=(\ell\times b)$ ಆಗಿರಲಿ. I ಪ್ರವಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಸುರುಳಿ B ಪ್ರಮಾಣದ ಸಮರೂಪಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸೋಣ.



ಚಿತ್ರ 15.6

ಅರೀಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದಾಗಿ ಸುರುಳಿಯ ಸಮತಲ ಯಾವಾಗಲೂ B ದಿಶೆಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ xx' ಮತ್ತು yy' ಬಾಹುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದರೂ ಅವು ಯಾವ ಬಲವನ್ನೂ ಅನುಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. xy ಮತ್ತು $y'x'$ ಬಾಹುಗಳು ಮಾತ್ರ B ಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವುದರಿಂದಾಗಿ ಗರಿಷ್ಠ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ.

ಹೀಗಾಗಿ, $x'y'$ ಅಥವಾ yx ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲ,

$$F = nBI\ell$$

ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ನಿಯಮಾನುಸಾರ *xy* ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲಿನ ಬಲದ ದಿಶೆ ಹೊರಕ್ಕಿದ್ದರೆ $x'y'$ ಮೇಲಿನ ದಿಶೆ ಒಳಕ್ಕಿರುತ್ತದೆ.

ಇವು ಸಮಾಂತರ ಆದರೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಎರಡು ಸಮಬಲಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಯುಗ್ಮವು ಸುರುಳಿಯನ್ನು ತಿರುಚಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಕ್ಷೇಪಣ (*deflecting*) ಯುಗ್ಮ $= nBI\ell \times b$

$$= nBIA$$

ನೇತುಹಾಕಲು ಬಳಸಿದ ರಿಬ್ಬನ್‌ನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಗುಣದಿಂದಾಗಿ ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರುವ ಯುಗ್ಮ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಏಕಮಾನ ತಿರುಚಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಯುಗ್ಮವು C ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, θ ಕೋನದಷ್ಟು ತಿರುಚಿದಾಗ,

ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರುವ ಯುಗ್ಮ $= C\theta$

ಸುರುಳಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದಾಗ, $nBIA = C\theta$

ಅಥವಾ $I = \left(\dfrac{C}{nBA}\right)\theta$

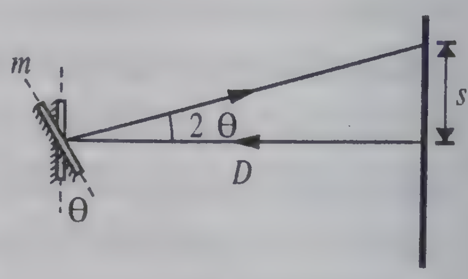
$\therefore \quad I = k\theta$, ಇಲ್ಲಿ $k = \left[\dfrac{C}{nBA}\right]$ ಇದನ್ನು ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ನಿಯತಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

$\theta \propto I$ ಆದ್ದರಿಂದ ಕರೆಂಟ್ ಅಳತೆಯ ಸ್ಕೇಲ್ ರೇಖೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

θ ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ವಿಧಾನ

ದೀಪ ಮತ್ತು ಸ್ಕೇಲ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಬಳಸಿ θ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿ *m* ಮೇಲೆ ದೀಪದಿಂದ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಪಾರದೀಪಕ (*translucent*) ಸ್ಕೇಲ್ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಕನ್ನಡಿ ಮತ್ತು ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಿರುವ ಅಂತರ (*D*) 1 ಮೀ. ಇರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 15.7

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುವಾಗ ಸುರುಳಿ θ ದಷ್ಟು ತಿರುಗಿದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿರುವ ಕನ್ನಡಿಯೂ

θ ದಷ್ಟು ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಆಪಾತ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಇಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣ 2θ ದಷ್ಟು ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ನೆಲೆ s ಅಷ್ಟು ಚಲಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರದಿಂದ, $\tan 2\theta = \frac{s}{D}$

θ ಬೆಲೆ ಚಿಕ್ಕದಿದ್ದಾಗ $\tan 2\theta \approx \theta$

$$\therefore \quad 2\theta = \frac{s}{D} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad \theta = \frac{s}{2D}$$

ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದೇನೆಂದರೆ, $I \propto \theta$ ಮತ್ತು $\theta \propto s$ ಹೀಗಾಗಿ $I \propto s$ ಅಂದರೆ, ಸ್ಕೇಲ್ ರೇಖೀಯ (*linear*)

ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ

ಏಕಮಾನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ವಿಕ್ಷೇಪಣಕ್ಕೆ 'ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ' (*sensitivity*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

I ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗಿನ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆ θ ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಪ್ರವಾಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ,

$$I_s = \frac{\theta}{I} \, div / A$$

ಈ ಹಿಂದೆ, $\frac{\theta}{I} = \frac{nAB}{C}$ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದೇವೆ.

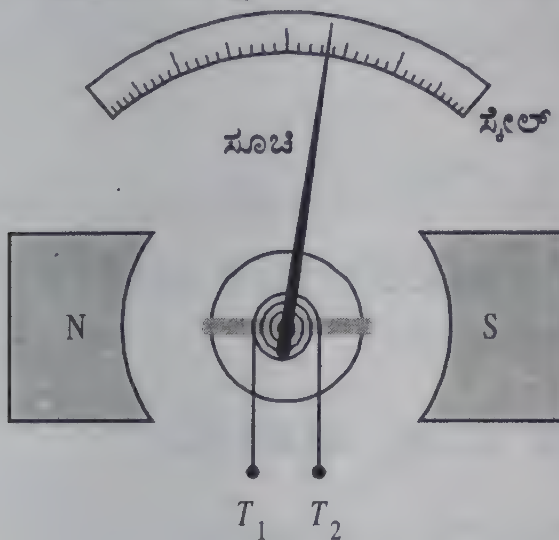
ಹೀಗಾಗಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು

- ಸುರುಳಿಯ ಸುತ್ತಿನ ಸಂಖ್ಯೆ (n)ಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಮಿತಿಯೊಳಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು.
- ಪ್ರಬಲ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕು.
- ಸುರುಳಿಯ ವಿಸ್ತಾರ (A) ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು.
- ನೇತುಹಾಕಲು ಬಳಸಿದ ರಿಬ್ಬನ್‌ನ ತಿರುಚು ಯುಗ್ಮನಿಯತಾಂಕ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.

ಸೂಚಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್

ಚರಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಬಳಸಲು ಅದನ್ನು ಒಂದೆಡೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕೇ

ವಿನಹ ಎಲ್ಲಾಕಡೆ ಸಾಗಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಜೊತೆಗೆ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಓದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ದೀಪ ಮತ್ತು ಸ್ಕೇಲ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಬಳಸಿ, ಲೆಕ್ಕಚಾರಾಮಾಡಿ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣದವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬದಲಿಗೆ ಒಂದು ಸೂಚಿಸ್ಕೇಲಿನ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಿದರೆ, ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳಿನ ಚಲನೆಯನ್ನಾಧರಿಸಿ ಕಾಲ ನಿರ್ಣಯ ಮಾಡುವಂತೆ, ಕರೆಂಟ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಪಡೆಯಬಹುದು.



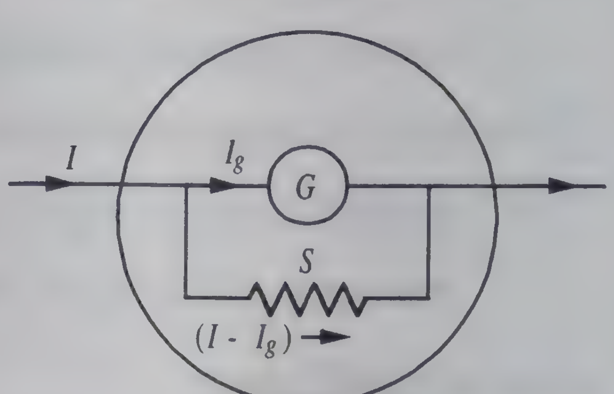
ಚಿತ್ರ 15.8

ಚಿತ್ರ 15.8ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ, ಸುರುಳಿಗೆ ಒಂದು ಸೂಚಿಯನ್ನು ಬೆಸುಗೆ ಹಾಕಿ, ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿದರೆ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು.

ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು

ಕರೆಂಟ್ ಅನ್ನು ಅಂಪೇರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಅಳೆಯುವ ಸಾಧನವೇ ಅಮ್ಮೀಟರ್. ಹೀಗಾಗಿ ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ಅಮ್ಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಇದು ಅವಾಸ್ತವಿಕ ವಾದ್ದರಿಂದ ರೋಧ ತೀರಾ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು.

ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ G ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ರೋಧ ತಗ್ಗಿಸಲು ಕಡಿಮೆ ರೋಧವಿರುವ (S) ತಂತಿಯನ್ನು Gಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ಈ ರೀತಿ ಜೋಡಿಸಿದ ರೋಧಕ್ಕೆ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಹಕ (*shunt*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಒಂದುಭಾಗ ಇದರ ಮೂಲಕ ಹರಿದು ಮೂಲ ಪ್ರವಾಹದ



ಚಿತ್ರ 15.9

ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 15.9ರಲ್ಲಿ I ಪ್ರಮಾಣದ ಕರೆಂಟ್ ಅಳೆಯ ಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, I_g ಪ್ರಮಾಣದ ಕರೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ $(I-I_g)$ ಪ್ರಮಾಣದ ಕರೆಂಟ್ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ವಿಭವಾಂತರ $= I_gG$

ಇಲ್ಲಿ I_g, ಪೂರ್ಣ ಸ್ಕೇಲ್ ವಿಚಲತೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕರೆಂಟ್. ಪಾರ್ಶ್ವವಾಹಕದ ವಿಭವಾಂತರ $= (I-I_g)S$.

G ಮತ್ತು S ಸಮಾಂತರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ

$$\left(I-I_g\right)S = I_gG \qquad \text{... (12)}$$

$$\therefore \quad \boxed{S = \frac{I_gG}{\left(I-I_g\right)}}$$

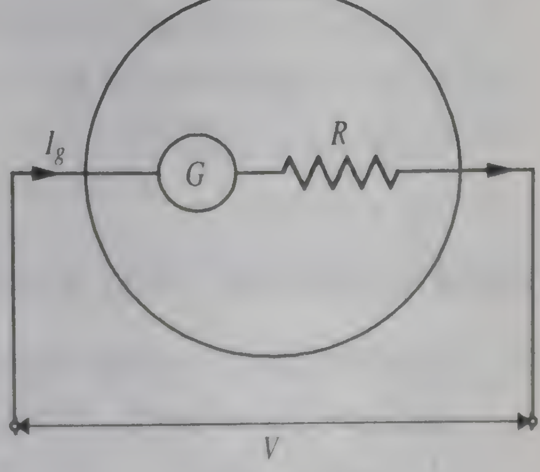
ಸೂತ್ರ 12 ಅನ್ನು $I = I_g\dfrac{G+S}{S}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

G ಮತ್ತು S ನಿಯತಾಂಕಗಳಾದ್ದರಿಂದ $I \propto I_g$. ಹೀಗಾಗಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ಸೂಚಿಯ ವಿಚಲತೆಯು ನೇರವಾಗಿ I ಬೆಲೆ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಈ ರೀತಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಅಮ್ಮೀಟರ್‌ನ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು Sನ ಬೆಲೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಬೇಕು.

ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು

ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ವಿಭವಾಂತರ ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸಮಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ರೋಧವು ಅನಂತವಾಗಿರಬೇಕು. ಇದು ಅವಾಸ್ತವಿಕ



ಚಿತ್ರ 15.10

ಹೀಗಾಗಿ ರೋಧ ತೀರಾ ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕು.

ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ G ಆಗಿದ್ದು ಪೂರ್ಣ ಸ್ಕೇಲ್ ವಿಚಲತೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕರೆಂಟ್ I_g ಆಗಿರಲಿ. Gಗೆ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ರೋಧದ R ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿರಲಿ.

ಅಳತೆಮಾಡಬೇಕಾದ ವಿಭವಾಂತರ V ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ,

$$V = I_g G + I_g R$$

$$\therefore \quad I_g R = V - I_g G \text{ ಅಥವಾ } \boxed{R = \frac{V}{I_g} - G} \qquad \dots (13)$$

I_g, G ಮತ್ತು V ಗೊತ್ತಿರುವಾಗ R ಅನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು.

ಸೂತ್ರ 13 ಅನ್ನು $V = I_g(G+R)$ ಎಂದು ಬರೆದರೆ, $V \propto I_g$ ಹೀಗಾಗಿ I_g ಅಳತೆಯು V ಅನ್ನು ಅಳೆಯಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಅಳೆಯವ ವಿಭವಾಂತರದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು R ಬೆಲೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆ

1. ನೇರವಾಹಕವೊಂದು ಸಮರೂಪಿಯಾದ ಬಾಹ್ಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ $10^{-3}\tau$ ದಲ್ಲಿ 30° ಕೋನದಲ್ಲಿಡಲಾಗಿದೆ. 0.2m ಉದ್ದದ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ 0.8A ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. ವಾಹಕವು ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲವೆಷ್ಟು ?

ಪರಿಹಾರ:

$F = BI\ell \sin\theta$ ಸೂತ್ರ ಬಳಸಬೇಕು.

$= 10^{-3} \times 0.8 \times 0.2 \times \sin 30°$

$= 10^{-3} \times 0.8 \times 002 \times 0.5$

$= 8 \times 10^{-5}$ N.

ವಾಹಕ ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ = 8×10^{-5} N

2. ಕ್ಷಿತಿಜೀಯವಾಗಿ (*horizontally*) ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುವ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ 100A ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ. ಇದರ ಮೇಲುಗಡೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ 0.073 NM^{-1} ತೂಕದ ಹಾಗೂ 20A ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ತಂತಿಯನ್ನು ನೇತುಹಾಕಬೇಕಾಗಿದೆ. ಅದು ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿರ

ತಂತಿಯಿಂದ ಅದು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರಬೇಕು ?

ಪರಿಹಾರ: ಎರಡನೆ ತಂತಿ ತನ್ನ ತೂಕದಿಂದಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗದಿರಲು ಅದರ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರತವಾಗಬೇಕು.

$i_a = 100\text{A} \quad i_b = 2\text{A}$

ಎರಡನೆಯ ತಂತಿ ಅನುಭವಿಸುವ ಕಾಂತೀಯ ಬಲ $F_b = i_b \ell B_a = \frac{\mu_0 \ell i_b i_a}{2\pi d}$

$$\therefore \frac{\mu_0 i_b i_a}{2\pi(F_b/\ell)}$$

$Fb = 0.073\text{Nm}^{-1}$ ಎಂದು ದತ್ತದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಹೀಗಾಗಿ $\frac{F_b}{\ell} = 0.073 Nm^{-1}$

$$\therefore d = \frac{\left(4\pi\times10^{-7}\, Wb/A-m\right)100\times20}{(2\pi)\left(0.073 Nm^{-1}\right)}$$

$= 5.5\times10^{-3}\text{m} = 5.5\text{mm}$

ತಂತಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ = 5.5mm

3. 50 ಸುತ್ತು ಮತ್ತು 20ಸೆಂ.ಮೀ. ವ್ಯಾಸದ ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯ 2×10^{-2} T ಏಕರೀತಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸುರುಳಿಯು ಸಮತಲ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ 5.0A ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಕೆಳಗಿನ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. (a) ಸುರುಳಿ ಅನುಭವಿಸುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ಭ್ರಾಮಕ (b) ಸುರುಳಿಯ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಬಲ (c) ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲ 5.0×10^{-25}N ಆಗಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಮಂದ ಜವವೆಷ್ಟು ? ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಆವೇಶ 1.6×10^{-19}C

(a) ಭ್ರಾಮಕ $\tau = iBA \sin\theta$ ದತ್ತದ ಪ್ರಕಾರ $\theta = 0$ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಭ್ರಾಮಕ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

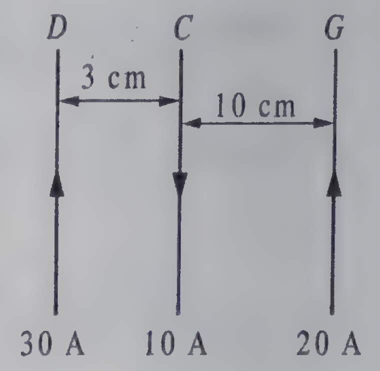
(b) ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಸುರುಳಿಯ ಸಮತಲದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಗಳು, ಸಮಬಲಗಳಾಗಿದ್ದು, ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಫಲಿತ ಬಲ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

(c) $B = 2 \times 10^{-12}T$ (ದತ್ತ) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗಿರುವ ಸರಾಸರಿ ಬಲ $F = Be\,V_d$ ಇಲ್ಲಿ V_d ಮಂದವೇಗದ ಪ್ರತೀಕ.

ಮಂದ ಜವ = 1.56×10^{-4} ms^{-1}

4. ಮೂರು ಅತಿ ಉದ್ದವೂ ಮತ್ತು ಸಮಾಂತರವೂ ಆದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ವಾಹಕಗಳನ್ನು, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ, ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. *C* ವಾಹಕದ *50 cm* ಉದ್ದವು ಅನುಭವಿಸುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ಬಲವೆಷ್ಟು ?

ಗಮನಿಸಿ : ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ಉದ್ದನೆಯ ತಂತಿಯ ಹೊರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿನ ಪ್ರೇರಿತ ಕಾಂತೀಯ ತೀವ್ರತೆ $B = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{2i}{r}$



ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, *D* ತಂತಿಯಿಂದಾಗಿ *C* ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ,

$$B_D = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2i}{r} = \frac{10^{-7} \times 2 \times 30}{0.03} = 2 \times 10^{-4}\tau$$

ಇದೇ ರೀತಿ $B_G = \frac{10^{-7} \times 2 \times 20}{0.1} = 0.4 \times 10^{-4}\tau$

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ B_D ಯು ಹಾಳೆಗೆ ಒಳಮುಖವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಿದರೆ B_G ಹಾಳೆಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

$\therefore\ B = B_D - B_G = 10^{-4}(2 - 0.4) = 16 \times 10^{-4}\tau$ ಇದು ಹಾಳೆಗೆ ಒಳಮುಖವಾಗಿದೆ.

50cm ಉದ್ದದ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ,

$$F = Bi\ell \sin 90^\circ = 1.6 \times 10^{-4} \times 10 \times 0.5$$
$$= 8 \times 10^{-4}\,\text{N}$$

ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳು ನಿಯಮಾನುಸಾರ, ಈ ಬಲವು ತಂತಿಯನ್ನು ಬಲಕ್ಕೆ, ಅಂದರೆ *G* ಅತ್ತ ನೂಕುತ್ತದೆ.

5. ಒಂದು ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ 1000Ω ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿನ ಸೂಚಿ ಇಡೀ ಸ್ಕೈಲಿನಮುಂದೆ ಚಲಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಕರೆಂಟ್ 0.2mA. ಈ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ಅನ್ನು 2A ಕರೆಂಟ್ ಅಳೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ?

ದತ್ತಾಂಶಗಳು : $i = 2\text{A}$, $i_g = 0.2 \times 10^{-3}$ A, G = 1000W, S = ?

$$S = \frac{i_g G}{i - i_g} = \frac{0.2 \times 10^{-3} \times 1000}{2 - 0.2 \times 10^{-3}} = 0.1\Omega$$

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ 0.1Ω ಪ್ರಮಾಣದ ಮತ್ತೊಂದು ತಂತಿಯನ್ನು ಜೋಡಿಸುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು.

6. ಒಂದು ಸೂಜಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ 20Ω ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ಕೇಲ್‌ನಲ್ಲಿ 50 ಡಿವಿಷನ್‌ಗಳಿವೆ. ಇದನ್ನು 2V ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದೊಂದಿಗೆ 2980Ω ರೋಧದೊಡನೆ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಅದು 20 ಡಿವಿಷನ್ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ?

ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಕರೆಂಟ್ $i_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{2}{20 + 2980} = \frac{2}{3000}$ A

30 ಡಿವಿಷನ್ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆ ತೋರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಕರೆಂಟ್ = $\frac{2}{3000}$ A

50 ಡಿವಿಷನ್ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಕರೆಂಟ್, $i_g = \frac{2 \times 50}{3000 \times 30}$

ಅಳೆಯಬೇಕಾದ ಗರಿಷ್ಠ ಕರೆಂಟ್, $i = 3\text{A}$ ಮತ್ತು $G = 20\Omega$

$$\therefore\ S = \frac{i_g G}{i - i_g} = \frac{1 \times 20}{900\left(3 - \frac{1}{900}\right)} = \frac{20}{2699} 0.0074\Omega$$

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನೊಂದಿಗೆ 0.0074Ω ರೋಧವನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು.

7. ಒಂದು ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್, 100μA ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ತಂತಿಯ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು 5mV ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 500V ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಅಳೆಯಬಲ್ಲ ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ?

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ರೋಧ = $\frac{V}{i} = \frac{5 \times 10^{-3} V}{100 \times 10^{-6} A} = 50\Omega$

$i_g = 100\times10^{-6} A = 10^{-4} A$

$$R = \frac{V}{i_g} - G = \frac{500}{10^{-4}} - 50 = 5000000 - 50 = 4999950\Omega$$

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ 4999950Ω ರೋಧವನ್ನು ಜೋಡಿಸಬೇಕು.

8. ಒಂದು ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಪ್ರತಿ ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ 5 ಡಿವಿಷನ್ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ 50 ಡಿವಿಷನ್‌ಗಳಿದ್ದು ರೋಧ 40Ω ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗಿರುವ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಹಕ (ಶಂಟ್) ಬೆಲೆ 2Ω ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಎಷ್ಟು ಆಂಪೇರ್ ಕರೆಂಟ್ ಅಳೆಯಬಹುದು.

ದತ್ತಾಂಶಗಳು : $i_g = \frac{50}{5} = 10mA,\ G = 40\Omega,\ S = \Omega$

$$i_g G = i_s S \left(i - i_g\right) S$$

ಅಥವಾ $i_g\left(G+S\right) = iS$ ಮತ್ತು $i = \frac{i_g\left(G+S\right)}{S}$

$$\therefore\ i = \frac{10\times10^{-3}(40+2)}{2} = 210\text{mA} = \mathbf{0.21A}$$

9. ಒಂದು ಸೂಚಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ 2×10^{-4} A ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ 10 ಡಿವಿಷನ್‌ಗಳ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಅದ ಕರೆಂಟ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮತ್ರೆ ಎಷ್ಟು ?

ಅದರ ಸ್ಕೇಲ್‌ನಲ್ಲಿ 100 ಡಿವಿಷನ್‌ನಗಳಿದ್ದರೆ, ಪೂರ್ಣ ಸ್ಕೇಲ್ (100 ಡಿವಿಷನ್) ಮುಂದೆ ಸೂಚಿ ವಿಕ್ಷೇಪಣೆಗೊಳ್ಳಲು ಎಷ್ಟು ಕರೆಂಟ್ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮತ್ರೆ, $K = \frac{i}{\theta} = \frac{2\times10^{-4}}{10} = 20\times10^{-6} A/$ಡಿವಿಷನ್

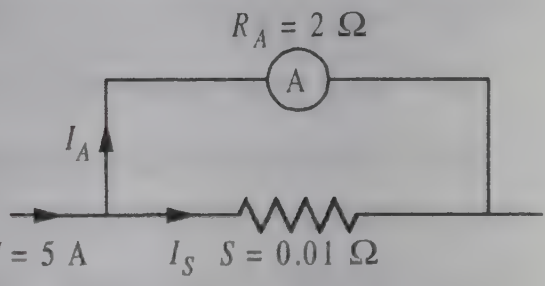
ಅಗತ್ಯವಾದ ಕರೆಂಟ್, $i = K$ (ಡಿವಿಷನ್‌ಗಳು)

$$= 20\times10^{-6}\times100 = 2\times10^{-3}\text{A}$$

ಎರಡು ಮಿಲಿ ಆಂಪೇರ್ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

10. ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ 2Ω ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಷಂಟ್ ರೋಧ 0.01Ω. ಆಮ್ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ 5A ಕರೆಂಟ್ ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗ ಸೂಚಿಮುಳ್ಳು ಸ್ಕೇಲಿನ ಪೂರ್ತಿ ಉದ್ದವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿದ್ದಾಗ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಕರೆಂಟ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?

ಚಿತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ,



$$I_A R_A = I_S S$$

$$\therefore\ I_A = \frac{I_S S}{R_A} = \frac{I_s \times 0.01}{2}$$

$$\therefore\ I_A = 0.005 \mathrm{I_S}$$

ಆದರೆ, $I = I_a + I_s = 5$ ಹೀಗಾಗಿ $5 = 0.005\mathrm{I_s} + I_s = 1.005\mathrm{I_s}$

$$\therefore\ I_s = \frac{5}{1.005} = 4.975\mathrm{A}$$

ಆದರೆ $I_a = 0.005 \times 4.975 = \mathbf{0.0249A}$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲ ಗರಿಷ್ಠವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅದು ಯಾವ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಬೇಕು ?
3. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ತಟಸ್ಥವಾಗಿರುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲಾಗುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು?
4. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ ಯಾವ ಎರಡು ಕಾರಕಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ?
5. ಆವೇಶವೊಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಶೆಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದು ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?
6. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.

7. ಪ್ರವಾಹಿ ಖಂಡ ಎಂದರೇನು ?

8. ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಂದರೇನು ?

9. ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್ ಎಸ್ಐ ಮಾನಕ್ಕೆ ಏನೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ ?

10. ಅಭಿವಾಹ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಂದರೇನು ?

11. ಅಭಿವಾಹ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಎಸ್ಐ ಮಾನ ತಿಳಿಸಿ.

12. ಟೆಸ್ಲಾ ಮತ್ತು ವೆಬರ್/ಚದರಮೀಟರ್ ಯಾವ ಭೌತ ವಿಷಯದ ಪ್ರತೀಕಗಳು.

13. ಯಾವ ನಿಯಮವು, ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಲಂಬವಾಗಿ ಹರಿದಾಗ, ಅದರ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ?

14. ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಎರಡು ಸಮಾಂತರ ವಾಹಕಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೊಡಿ.

15. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹಕುಣಿಕೆಯ ಮೇಲಿನ ಭ್ರಾಮಕಕ್ಕೆ ಸದಿಶ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಬರೆಯಿರಿ.

16. ವಿದ್ಯುತ್ ಮೋಟಾರ್ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದು ಯಾವ ಸೂತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ?

17. ಕಾಂತ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನೀಡಿ.

18. ಚರ ಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ಪ್ರಮುಖ ಉಪಯೋಗವೇನು ?

19. ಚರ ಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಾಂತ ಧ್ರುವ ಭಾಗಗಳನ್ನು ನಿಮ್ನ ಆಕೃತಿಗೊಳಿಸಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು ?

20. ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಒಂದು ವಿಧಾನ ತಿಳಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಆವೇಶದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ವಾಹಕದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಬರೆದು ವಿವರಣೆ ನೀಡಿ.

3. ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಎಡಗೈ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

4. ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ ಅದರ ಎಸ್ಐ ಏಕಮಾನವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

5. ಆಂಪೇರ್‌ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಚರಸುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಚರ ಸುರುಳಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ರಚನೆಗೆ ಬಳಸುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

3. ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ, ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಜೋಡಣೆ ಹೇಗಿರಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

4. ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ, ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಅದರ ಜೋಡಣೆ ಹೇಗಿರಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 80 Ω ರೋಧದ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ 5 mA ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಸೂಚಿಯು ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಚಲತೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್ ಅನ್ನು 30 mA ಅಳತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಹಾಗೂ 5 V ಅಳತೆಮಾಡಬಲ್ಲ ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ?

[16 Ω ಸಮಾಂತರವಾಗಿ, 920 Ω ಶ್ರೇಣಿ ಬಂಧದಲ್ಲಿ]

2. ಒಂದು ಮಿಲಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಸುರುಳಿಯ ರೋಧ 10 Ω, ಅದು 0-20 mA ಕರೆಂಟನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ. 200 V ವಿಭವಾಂತರವನ್ನು ಅಳೆಯಬಲ್ಲ ಸಾಧನವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತೀರಿ ?

[ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ 4990 Ω]

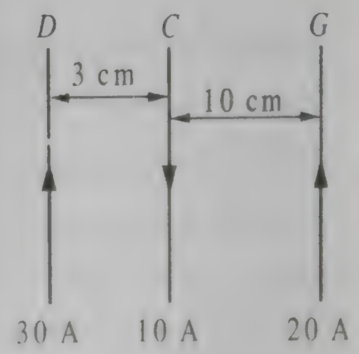
3. 10 Ω ರೋಧನ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ 9 Ω ರೋಧವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಒಟ್ಟು ಕರೆಂಟ್‌ನ ಎಷ್ಟು ಭಾಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ ?

4. 2 Ω ರೋಧನ ಆಮ್ಮೀಟರ್ 5 A ವರೆಗಿನ ಕರೆಂಟ್ ಅಳೆಯಬಲ್ಲದು. ಅದನ್ನೆ 30 A ವರೆಗೆ ಅಳೆಯುವಂತೆ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು ಹೇಗೆ ?

[0.4 A ಸಮಾಂತರವಾಗಿ]

5. ಮೂರು ಉದ್ದದ ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸಿದಾಗ 25 cm ಉದ್ದದ *C* ತಂತಿಯು ಅನುಭವಿಸುವ ಬಲವೆಷ್ಟು?

[4×10^{-4} N]



6. 0.15 T ತೀವ್ರತೆಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ 8 A ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ವಾಹಕವೊಂದನ್ನು

ಕಾಂತದಿಶೆಗೆ 30° ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಅದರ ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ಮೇಲೆ ಆರೋಪಿತವಾಗುವ ಬಲವೆಷ್ಟು ?

[0.6 N/m]

7. 0.04 m × 0.04 m ಪ್ರಮಾಣದ ಚೌಕಾಕಾರದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು 6×10^{-2} T ತೀವ್ರತೆಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದೆ. ಏಕಮಾನ ತಿರುಚಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಯುಗ್ಮವು 1.27×10^{-6} Nm rad^{-1} ಆಗಿದ್ದಾಗ 6° ವಿಚಲತೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಸುರುಳಿಯ ಸುತ್ತಿನ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕು ?

[$n = 1385$]

8. 0-15 mA ಕರೆಂಟ್ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು 0-75 mV ವೋಲ್ಟೇಜ್ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಮೀಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು 0-25 A ಮತ್ತು 0-150 V ಮೀಟರ್‌ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ರೋಧ ಮತ್ತು ವಿನ್ಯಾಸ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?

[0.03 Ω ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಮತ್ತು 9995 Ω ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ]

9. 120 Ω ರೋಧನ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ 30 ವಿಭಾಗಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿ ಡಿವಿಷನ್ ವಿಚಲನೆಗೆ 12 ಮೈಕ್ರೋ ಆಂಪೇರ್ ಕರೆಂಟ್ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗರಿಷ್ಠ 3 V ಅಳೆಯಲು ನೆರವಾಗುವ ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಇದನ್ನು ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ?

[8213 Ω ಶ್ರೇಣಿಬಂಧನದಲ್ಲಿ]

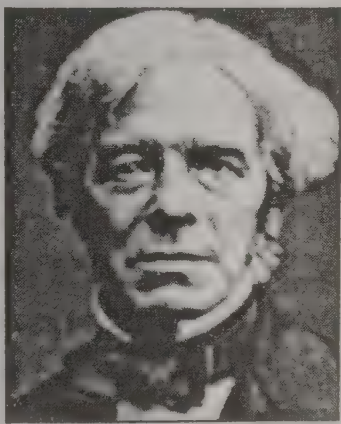
10. ಶ್ರೇಣಿಬಂಧದಲ್ಲಿ 10 Ω ರೋಧವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ವಿಚಲತೆ 50 ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದದ್ದು 20 ವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಗ್ಯಾಲ್ವನೊಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ ಎಷ್ಟು ?

[15 Ω]

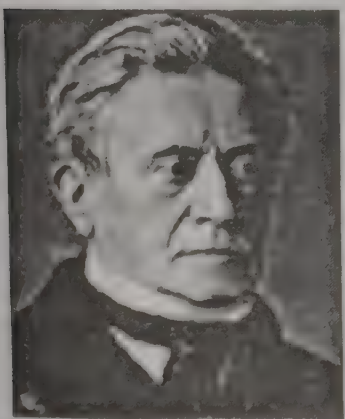
೧೬. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ

ಪೀಠಿಕೆ

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಆರ್ಸ್ಟೆಡ್ ನಿರೂಪಿಸಿದ ನಂತರ, ಇದರ ವಿಲೋಮ ಪರಿಣಾಮ ಅಂದರೆ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಸಂಭವನೀಯತೆಯ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಲೋಚನೆ ಮಾಡುವಂತಾಯಿತು. ನಂತರ 1831ರಲ್ಲಿ ಮೈಕೆಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆ ಹಾಗೂ ಜೋಸೆಫ್ ಹೆನ್ರಿ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಬ್ಬರು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವೊಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದರು. ಈ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವು ಒಂದು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದರೆ, ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ (*induced emf*) ಮತ್ತು ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ (*induced current*) ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆ ಇರುವವರೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಮೈಕೆಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆ

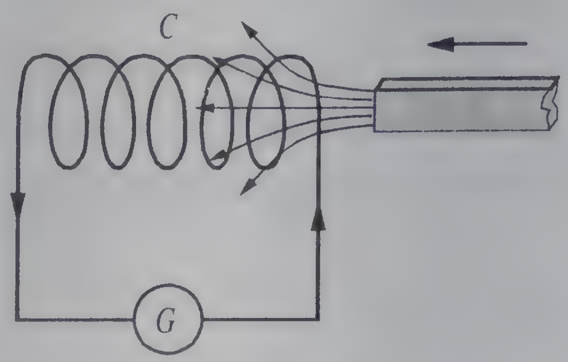


ಜೋಸೆಫ್ ಹೆನ್ರಿ

ಈ ಪರಿಣಾಮದ ಅನ್ವಯದಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾರೀ ಕ್ರಾಂತಿಯುಂಟಾಗಿ, ಆ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಂದು ಭಾರೀ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಉಂಟಾಗಿದೆ ಹಾಗೂ ಇದರಿಂದಾಗಿ ಮಾನವನಿಗೆ ಅನೇಕ ಉಪಯೋಗಗಳು ಲಭಿಸಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಮಗಿಂದು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸಿರುವ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳು, ವಿದ್ಯುತ್‌ಯಂತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿವರ್ತಕಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ತತ್ವದ ಮೇಲೆಯೇ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

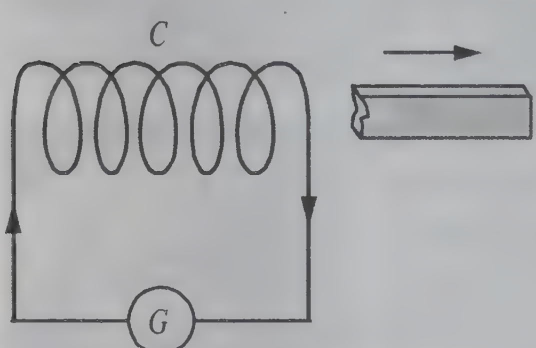
ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ (*Electromagnetic Induction*) ಯನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು

ಕಾಂತ - ಸುರುಳಿ ಪ್ರಯೋಗ : (*C*) ಎಂಬುದು ಒಂದು ವಾಹಕ ತಂತಿಯಿಂದ ಮಾಡಿದ ಸುರುಳಿಯಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ಎರಡು ತುದಿಗಳನ್ನು *G* ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಬಲಯುತವಾದ ಕಾಂತ ದಂಡದ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯೊಳಕ್ಕೆ ವೇಗವಾಗಿ ತೂರಿಸಿದಾಗ ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಒಂದು ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಚೋದನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವೇ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹಾಗೂ ಅದರ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಶಕ್ತಿಯೇ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಶಕ್ತಿ ಬಲವಾಗಿದೆ *emf*. ನೋಡಿ ಚಿತ್ರ 16.1 (*a*)



ಚಿತ್ರ 16.1 (*a*)

ಕಾಂತ ದಂಡವನ್ನು ಸುರಳಿಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ (ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ) ಎಳೆದಾಗ, ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಆಗ ವಿಚಲನೆ ಮೊದಲಿನ ವಿಚಲನೆಗೆ ವಿರುದ್ಧದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 16.1*b*) ಇದೇರೀತಿಯ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆ ಕಾಂತ ದಂಡವನ್ನು ಒಂದೇ ಜಾಗದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಸುರಳಿಯನ್ನೇ ಚಲಿಸಿದಾಗಲೂ ಸಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತ ಮತ್ತು ಸುರಳಿ ನಡುವಣ ಪರಸ್ಪರ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡಿದಾಗಲೆಲ್ಲಾ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ, ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿನ ವಿಚಲನೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯು ಇಲ್ಲದೇಹೋದಲ್ಲಿ ವಿಚಲನೆ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಪರಿಣಾಮವು ಕಾಂತ ಮತ್ತು ಸುರುಳಿಗಳ ನಡುವಣ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಜವದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗುತ್ತದೆ.



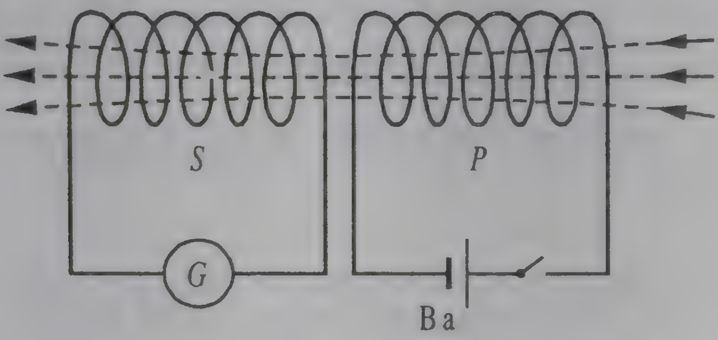
ಚಿತ್ರ 16.1 (*b*)

ಕಾಂತವನ್ನು ಸುರಳಿಯ ಒಳಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಸುರಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಏರಿಕೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಂತವನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಎಳೆದಾಗ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಳಿಕೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಹಾಗೂ 'ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ'ಗಳುಂಟಾಗಲು ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಿದೆ.

ಸುರುಳಿ - ಸುರಳಿ ಪ್ರಯೋಗ

ಎರಡು ಸುರಳಿಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯುಂಟಾಗುವುದನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 16.2ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಸುರಳಿಯನ್ನು ಒತ್ತುಗುಂಡು, ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ ಹಾಗೂ ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ (ವಿದ್ಯುತ್ ಏರಿಳಿಕೆ ಸಾಧನ)ಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿ (*p*) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಸುರಳಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಒಂದು ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ಈ ಸುರಳಿಯನ್ನು

ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರಳಿ (s) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒತ್ತುಗುಂಡಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಕ್ಷಣ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರಳಿಯೊಡನಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿನ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಕ್ಷಣ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ವಿಚಲನೆಯು (ಮೊದಲಿಗೆ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ) ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಧಾನಸುರಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಜೋರಾಗಿ ಏರಿಕೆ ಅಥವಾ ಇಳಿಕೆ ಮಾಡಿದಾಗಲೂ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿನ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ವಿಚಲನೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 16.2

ಪ್ರಧಾನಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವುಂಟಾದಾಗ ಅದರಸುತ್ತ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ನಾವೀಗಾಗಲೇ ಅರಿತಿದ್ದೇವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಏರಿಕೆ ಅಥವಾ ಇಳಿಕೆ ಉಂಟಾದಾಗ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರಿಂದಾಗಿ ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಆ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲದ ಪ್ರೇರಣೆಯುಂಟಾಗಿ ಪ್ರೇರಿತವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ಎರಡೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು : **ಒಂದು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದ ಸುರಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಆ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಹಾಗೂ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ 'ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.**

ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ನಿಯಮಗಳು

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ಮೇಲೆ ಮಾಡಲಾದ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಫ್ಯಾರಡೆಯು ಎರಡು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆ ನಿಯಮಗಳು,

1. ಒಂದು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟಾದಾಗಲೆಲ್ಲಾ ಆ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಆ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವು ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಇರುವವರೆಗೂ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ.
2. ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವು ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರಕ್ಕೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸುರುಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ϕ ಆಗಿದ್ದು, E ಎಂಬುದು ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಕಬಲವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ,

$$E \propto \frac{d\phi}{dt} \text{ ಅಥವಾ } E = k\frac{d\phi}{dt}$$

ವಿವರಣೆ : ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ನಡುವೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟಾದಾಗ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಸಂಪೂರ್ಣಗೊಂಡಾಗ ಮಾತ್ರ ಪ್ರೇರಿತ ಕರೆಂಟ್ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಫ್ಯಾರಡೆ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವು ಈ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದೆ.

ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು,

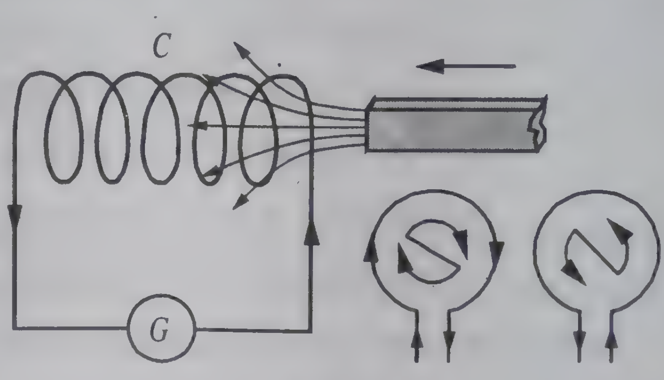
$E = k\frac{d\phi}{dt}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. SIನಲ್ಲಿ $k = 1$. ಈ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ ದಿಶೆ ತಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು 'ವೆಬರ್' ಎಂಬ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೆಬರ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆವರ್ತ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿದಾಗ ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಿತ ಬಲ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅರ್ಧ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಾದಾಗ ಎರಡು ವೋಲ್ಟ್ *emf* ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಲೆಂಟ್ಸ್ (*Lenz*) ನಿಯಮ

1834ರಲ್ಲಿ ಲೆಂಟ್ಸ್ (*Lenz*) ಎಂಬ ರಷ್ಯಾ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಹಾಗೂ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ನಿಯಮವೊಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಯಾವಾಗಲೂ ಅದು ಪ್ರೇರಣೆಯಾಗಲು ಸಾಧನವಾದ ಕಾರಣಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲದ ದಿಕ್ಕು ಹೇಗಿರುವುದೆಂದರೆ, ಆದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವಂತಹ ಒಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 16.3ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಕಾಂತದ *N* ಧ್ರುವವನ್ನು ಸುರಳಿಯೊಳಕ್ಕೆ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಸುರಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕಾಂತೀಯಫ್ಲಕ್ಸನಲ್ಲಿ ಏರಿಕೆಯುಂಟಾಗಿ,



ಚಿತ್ರ 16.3

ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅದು ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿದ್ದು N ಧ್ರುವವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿ, ಕಾಂತದಂಡದ ಮುನ್ನಡೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ N ಧ್ರುವವನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆದುಕೊಂಡಾಗಲೂ ಕಾಂತೀಯಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಇಳಿಕೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವಂತೆ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸುರಳಿಯ ತುದಿ S ಧ್ರುವದಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ N ಧ್ರುವವನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ;

$$E = -k\frac{d\phi}{dt} \qquad \ldots (1)$$

ಇಲ್ಲಿರುವ k ಎಂಬ ಅನುಪಾತ ನಿಯತಾಂಕದ ಪರಿಮಾಣವು SI ಮಾನದಲ್ಲಿ 1 ಆಗಿರುವುದರಿಂದ;

$$E = -\frac{d\phi}{dt} \qquad \ldots (2)$$

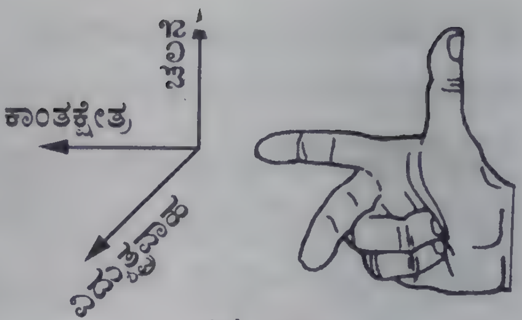
ಫ್ಯಾರಡೆಯ ನಿಯಮ ಹಾಗೂ ಲೆಂಟ್ಸ್‌ನ ನಿಯಮಗಳಿಂದ ನಾವು ಪ್ರೇರಿತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣ ಹಾಗೂ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಲೆಂಟ್ಸ್‌ನ ನಿಯಮವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವಾಗ ನಾವು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಈ ನಿಯಮವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮದ ಅನುಸಾರವಾಗಿದೆ. ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತದ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನ ಮುಂದೆ S ಧ್ರುವವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದ್ದಲ್ಲಿ ಆಗ ಕಾಂತದ N ಧ್ರುವವು ಅದರಿಂದ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ತನ್ನಿಂದ ತಾನಾಗಿಯೇ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಾಂತದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಃ ಅದಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವಂತೆ ಪ್ರೇರಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಬಲಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ನಿಯಮ

ವಾಹಕವೊಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಕಾಂತೀಯ ಬಲರೇಖೆಗಳನ್ನು ತುಂಡರಿಸುವ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗಿ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉಂಟಾದ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಬಲಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ನಿಯಮದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

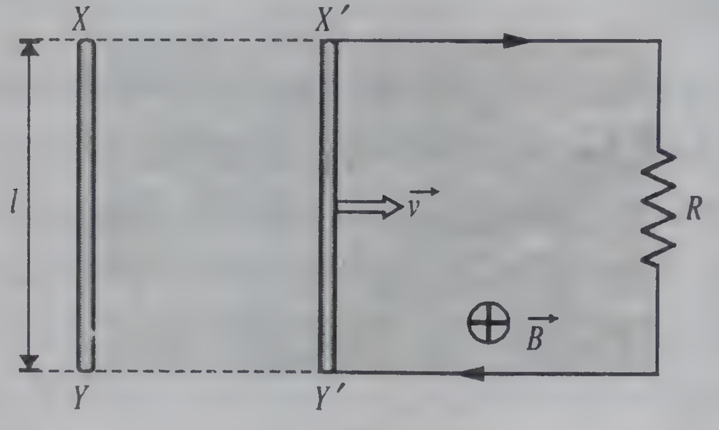
ಬಲಗೈನ ಮೊದಲ ಮೂರು ಬೆರಳುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ತೋರುಬೆರಳು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಂತೆಯೂ, ಹೆಬ್ಬೆರಳು ವಾಹಕದ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುವಂತೆ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡಾಗ, ಮಧ್ಯಬೆರಳು ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕು ಇದೇ ನಿಯಮದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು **ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ನಿಯಮ** ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 16.4

ಚಲನ ಇ.ಎಮ್.ಎಫ್. (*emf*)

ಚಲಿಸುವ ಸರಳಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಣ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುವ ಬಗೆಯ ವಿವರಣೆ ಹೀಗಿದೆ. ಏಕರೀತಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸರಳೊಂದು ತುಂಡರಿಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 16.5

xy ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ $\vec{B}$ ನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಸರಳು. $\vec{B}$ ಯ ದಿಶೆ ಹಾಳೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿ. ℓ ಉದ್ದದ xy, dx ದೂರಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿ x^1y^1 ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರಲಿ, dt ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸರಳು ಹಾಯ್ದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $= \ell dx$

ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಾದ ಬದಲಾವಣೆ, $d\phi = B\ell dx \quad \left[\because B = \frac{d\phi}{dA}\right]$

$$\therefore \text{ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ } = \frac{d\phi}{dt} = B\ell\frac{dx}{dt} = B\ell V$$

ಇಲ್ಲಿ V, ಸರಳಿನ ಚಲನೆಯ ವೇಗ. ಫ್ಯಾರಡೇ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಪ್ರೇರಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಇಎಮ್‌ಎಫ್, $\boxed{e = B\ell V}$

ಈ ಸೂತ್ರದ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ, $\vec{B}$, $\vec{\ell}$ ಮತ್ತು $\vec{V}$ ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : 1. ಪ್ರೇರಿತ ಕರೆಂಟ್, $i = \dfrac{e}{\text{ಒಟ್ಟಾರೆ ರೋಧ}} = \dfrac{e}{R} = \dfrac{B\ell V}{R}$

2. ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಬದಲಾದಾಗಲೆಲ್ಲ ಪ್ರೇರಣ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ತೆರೆದ ಮಂಡಲವಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ. ಆದರೆ, ಕರೆಂಟ್ ಇರಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಪೂರ್ಣವಾಗಿರಲೇ ಬೇಕು.

ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆ

ನಾವೀಗಾಗಲೇ ಕಾಂತ - ಸುರುಳಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಂಡಿರುವಂತೆ, ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಾದೊಡನೆ, ಅದರ ಸುತ್ತ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವುಂಟಾಗಿ, ಸುರಳಿಯು ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಿಂದ ಸುತ್ತುವರಿದಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ತತ್‌ಕ್ಷಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಕ ಬಲವೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಅದರ ದಿಕ್ಕು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಏರಿಕೆಯುಂಟಾಗದಂತೆ ತಡೆಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ಹಿಮ್ಮುಖ (*back emf*) ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಇಳಿಕೆಯಾಗುವುದನ್ನು ತಡೆಯುವಂತೆ ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮುಮ್ಮುಖ (*forward*) ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಒಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಆ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲವನ್ನು ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸಿದಾಗ ಸುರುಳಿಯು ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆ (*self inductance*)

ಸುರುಳಿಯೊಡನೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಆ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

$$\phi \propto I \quad \phi = LI \qquad \ldots (3)$$

ಇಲ್ಲಿ L ಎಂಬುದು ಸುರುಳಿಯ ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆ ಅಥವಾ ಸ್ವಪ್ರೇರಕತ್ವ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$I = 1$ ಆದಾಗ $L = \phi$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಏಕಮಾನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದುಂಟಾದ ಮತ್ತು ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ಗೆ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಫ್ಯಾರಡೆಯ ಎರಡನೇ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

$$E = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(LI)$$

$$\therefore \quad E = -L \times \frac{dI}{dt} \qquad \dots (4)$$

$\frac{dI}{dt} = 1$ ಆದಾಗ $L = E$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಸುರಳಿಯೊಂದರ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯು ಆದರಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಏಕಮಾನ ದರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿದಾಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೆನ್ರಿ (H) ಎಂಬುದು ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯ SI ಮಾನವಾಗಿದೆ.

$E = 1V$ ಹಾಗೂ $\frac{dI}{dt} = 1As^{-1}$ ಆದಾಗ $L = 1H$

ವ್ಯಾಖ್ಯೆ : ಸಂವೃತ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1 ಆಂಪೇರ್‌ನಂತೆ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ವ್ಯತ್ಯಯವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ 1 ವೋಲ್ಟ್‌ನಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲ ಉಂಟಾಗುವಾಗಿನ ಪ್ರೇರಕತೆಗೆ ಹೆನ್ರಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆ (*Mutual inductance*)

ಈ ಹಿಂದೆ ನಾವು ಸುರುಳಿ ಸುರುಳಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ನೋಡಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್, ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲುಂಟಾದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರಕ್ಕೆ, ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಅಂದರೆ $E \propto \frac{dI}{dt}$ ಅಥವಾ $E = -M\frac{dI}{dt}$ ... (5)

ಇಲ್ಲಿ M ಎಂಬುದು ಎರಡು ಸುರುಳಿಗಳ ನಡುವಣ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆ (*Mutual inductance*) ಅಥವಾ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತ್ವ ಸಹಾಂಕ (*Coefficient of Mutual inductance*) ವಾಗಿದೆ.

$\frac{dI}{dt} = 1$ ಆದಾಗ $M = E$

ಆದ್ದರಿಂದ ಎರಡು ಸುರುಳಿಗಳ ನಡುವಣ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆಯು ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು ಏಕಮಾನವಾಗಿದ್ದಾಗ ಇನ್ನೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅವಲಂಬಿತ ಪ್ರೇರಕತೆಗೂ ಸಹ ಹೆನ್ರಿ (H) ಎಂಬುದು SI ಮಾನವಾಗಿದೆ.

$E = 1V$ ಹಾಗೂ $\frac{dI}{dt} = 1As^{-1}$ ಆದಾಗ $M = 1H$

ಒಂದು ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಆಂಪಿಯರ್‌ನಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾದಾಗ ಇನ್ನೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ 1V ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಿತ ಬಲವು ಪ್ರೇರಣೆಯಾದಲ್ಲಿ, ಆ ಎರಡು ಸುರುಳಿಗಳ ನಡುವಣ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆಯ ಒಂದು ಹೆನ್ರಿ ಇದೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯ

ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಎರಡು ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಉಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯವಾಗುವುದನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ವಿಚ್ ಅದುಮಿದಾಗ ಸುರುಳಿಯೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಚಾರವಾಗಿ ಅದು ಶೂನ್ಯದಿಂದ I ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಏರಿ, ನಂತರ ಸಮಸ್ಥಿತಿ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ

$$\boxed{U = \frac{1}{2}LI^2}$$

ಇಲ್ಲಿ L ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆ. ಸ್ವಿಚ್ ತೆಗೆದಾಗ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಕುಸಿತದಿಂದಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿದ್ದ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ವಾಪಾಸಾಗುತ್ತದೆ.

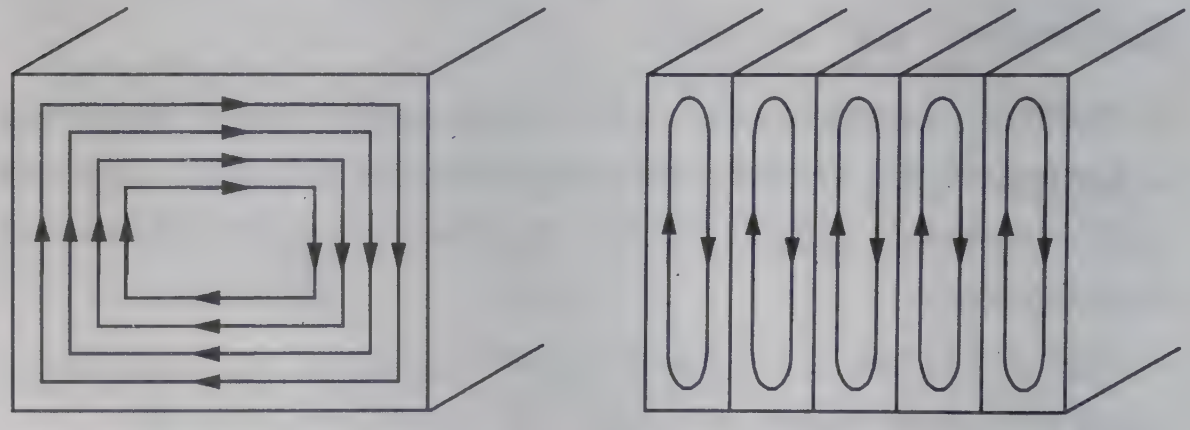
ಗಮನಿಸಿ : ಯಾಂತ್ರಿಕ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ರಾಶಿ ಅಥವಾ ಜಡತ್ವ ಯಾವ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆಯೋ ಅಂಥದೇ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆ (L) ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಆವರ್ತ (ಸುಳಿ) ಪ್ರವಾಹ

ಏರಿಳಿವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿರುವ ಅಥವಾ ಸ್ಥಿರ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾಹಕದಲ್ಲಿ (ಲೋಹರಾಶಿಯಲ್ಲಿ) ಪ್ರೇರಿತವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಆವರ್ತ (ಸುಳಿ) ಪ್ರವಾಹವೆಂದು ಹೆಸರು.

1895ರಲ್ಲಿ ಫೊಕೋ ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಏರಿಳಿವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಲೋಹದ ತುಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ (ಕರೆಂಟ್) ಸುಳಿಯಂತೆ ಸುತ್ತುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದನು. ಇದರ ದಿಶೆಯನ್ನು ಲೆಂಟ್ಸ್ ನಿಯಮಾನುಸಾರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಮೋಟಾರ್ ಹಾಗೂ ಡೈನಮೋಗಳ ಆರ್ಮೆಚರ್‌ಗಳನ್ನು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಣುಕು ಅಥವಾ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿವರ್ತಕ (ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್)ಗಳಲ್ಲೂ ಇಂತಹದೇ ಲೋಹರಾಶಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಸುಳಿ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಅವು ಬಿಸಿಯಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕಾಂತಫ್ಲಕ್ಸ್ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಅನಾನುಕೂಲವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಇಡಿಯಾಗಿ ಲೋಹರಾಶಿಯನ್ನು ಬಳಸದೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರದ ಅನೇಕ ಉಕ್ಕಿನ ತೆಳು ಹಾಳೆಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ ಪೇರಿಸಿ (ಲ್ಯಾಮಿನೇಷನ್) ಪರಿವರ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಶಕ್ತಿವ್ಯಯ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 16.6

ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಲು ಬಳಸಿದ ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ಲೋಹದ ತುಣಕಿನಲ್ಲಿ ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್

ಲ್ಯಾಮಿನೇಟ್ ಮಾಡಿದ ಲೋಹದ ತುಣುಕಿನಲ್ಲಿ ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು.

ಅನ್ವಯಗಳು

1. **ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಮಂದನ :** ಕಂಪನ ಅಥವಾ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತು ಹಠಾತ್ತಾನೆ ಜಡಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ರಸ್ತಂಭನ (*dead beat*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿ ಮಾದರಿಯ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.
2. **ಪ್ರೇರಣ ತಪನ (*induction heating*) :** ಸುರುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಬಿಸಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಆದುರಿನಿಂದ ಲೋಹ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು, ಊತಕ (*tissue*) ವನ್ನು ಕಾಯಿಸುವಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
3. **ಪ್ರೇರಣ ಮೋಟಾರ್ :** ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಲೋಹದ ಕೊಳವೆ ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದಾಗಿ ಸುತ್ತುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಮೋಟಾರ್‌ಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ.
4. **ವಿದ್ಯುತ್ ತಡೆ (*brake*) :** ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಿತ ರೈಲುಗಳನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಬಳಸುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.
5. **ಜವಮಾಪಕ**ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪರಿಣಾಮ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

AC ಮಂಡಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

I ಮತ್ತು V ಗಳು AC ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ತತ್‌ಕ್ಷಣದ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಆಗಿದ್ದಾಗ,

$$V = V_0 \sin\omega t$$

$I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$; ϕ, ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರ.

ಒಂದು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ P

$$\boxed{P = V_{rms} I_{rms} \cos\phi}$$

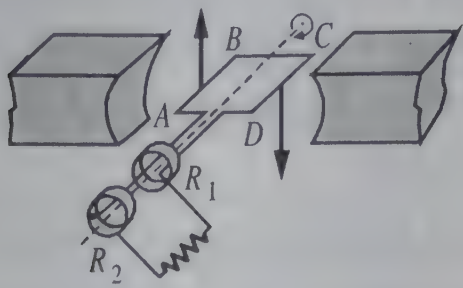
$\cos\phi$ ಅನ್ನು ಮಂಡಲದ **ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಾರಕ** (*power factor*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{\text{ರೋಧ}}{\text{ಇಂಪಿಡೆನ್ಸ್}}$$

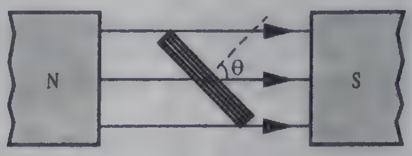
ಜನರೇಟರ್‌ನ (ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ) ತತ್ವ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ ವಿಧಾನ

ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಆವರ್ತನೀಯವಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ತೋರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನೇ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಚಿತ್ರ 16.7 (*c*) ದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸರಳ ರೀತಿಯ ಪರ್ಯಾಯ

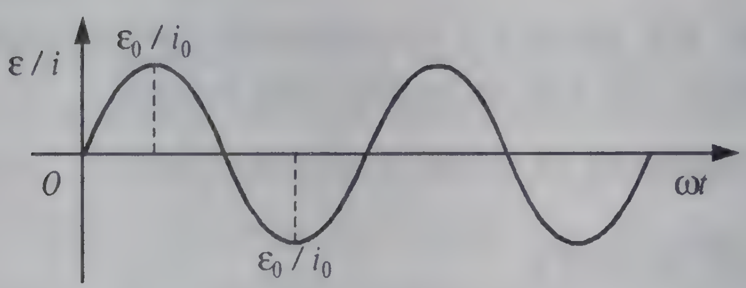
ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಸರಳಸಂಗತ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಸೈನ್ (*sinusoidal*) ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ವಿವರಣೆಗಳು ಕೇವಲ ಪುನಃ ಪರಿಶೀಲನೆಗಾಗಿ ಮಾತ್ರ, ನೇರವಾಗಿ ಪಠ್ಯವಿಷಯವಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 16.7 (*a*)



ಚಿತ್ರ 16.7 (*b*)



ಚಿತ್ರ 16.7 (*c*)

ಚಿತ್ರ 16.7 (*a*) ನಲ್ಲಿ ಜನರೇಟರ್‌ನ (ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ) ಸರಳ ಮಾದರಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. *ABCD* ಎಂಬುದು ಆಯತಾಕಾರದ ವಾಹಕ ಸುರಳಿಯಾಗಿದ್ದು, ಅದು *N* ಮತ್ತು *S* ಧ್ರುವಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿದಾಗ ಅದು ಕಾಂತೀಯ ಬಲರೇಖೆಗಳನ್ನು ತುಂಡರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ತತ್ವಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿ.ಚಾ. ಬಲದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಬಲಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ನಿಯಮದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಸುರುಳಿಯು ಸುತ್ತುವುದರಿಂದಾಗಿ ಆವರ್ತನೆಯನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ, ಪ್ರತಿ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ವಿ.ಚಾ. ಬಲವು ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಸಾಗಿ ಒಂದು ಗರಿಷ್ಠ ಮಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪಿ ನಂತರ ಅಲ್ಲಿಂದ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಶೂನ್ಯವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಏಕರೂಪವಾಗಿದ್ದು, ಸುರುಳಿಯು ಸುತ್ತುವಿಕೆಯೂ ಸಹ ಏಕರೂಪವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಿ.ಚಾ. ಬಲವು ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಸೈನ್‌ಅಲೆಯಂತಹ ಬದಲಾವಣೆಯ ರೂಪವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಗಳೂ ಸಹ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ.

ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ *emf* ಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ

ಸುರುಳಿಯು ಏಕರೂಪದ ಕೋನೀಯ ಜವ(ω)ದೊಂದಿಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಆಗ t ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿಯು ಸುತ್ತಿದ ಕೋನವು $\theta = \omega t$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಸುರುಳಿಯ ಲಂಬ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಅಯತಾಂಗವು $B \cos \theta$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸುರುಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತೀಯಫ್ಲಕ್ಸ್,

$$\phi = nA\,B\cos\theta = nA\,B\cos\omega t$$

ಇಲ್ಲಿ n ಎಂಬುದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹಾಗೂ A ಎಂಬುದು ಅದರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು B ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಆಗ ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ

$$E = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(nAB\cos\omega t\right)$$

$$= \omega nAB\sin\omega t \qquad \ldots (7)$$

$\sin\omega t = 1$ ಆದಾಗ ವಿ.ಚಾ. ಬಲವು ಪರಮಾವಧಿ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಅದು $E_0 = \omega nAB$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\therefore\ E = E_0\sin\omega t$$

ಸುರುಳಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧವು R ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E_0}{R}\sin\omega t = I_0\sin\omega t$$

ಇಲ್ಲಿ $I_0 = \dfrac{E_0}{R}$ ಎಂಬುದು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಮಾವಧಿ ಮೌಲ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಶೃಂಗ *emf*

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು ತನ್ನ ಪ್ರತಿ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ತೋರುವ ಪರಮಾವಧಿ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಶೃಂಗ *emf* ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 16.7 (*c*)ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ I_0 ಮತ್ತು E_0 ಗಳು ಶೃಂಗ ಮೌಲ್ಯಗಳಾಗಿವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತರಂಗದ ಪಾರ (*amplitude*) ವು ಶೃಂಗಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಸರಾಸರಿ *emf*

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಅರ್ಧ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿದ ಮೌಲ್ಯಗಳ ಸರಾಸರಿಯು ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಸೈನ್‌ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ;

$$I_m = \left(\frac{2}{\pi}\right)I_0 \text{ ಮತ್ತು } E_m = \left(\frac{2}{\pi}\right)E_0$$

ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿನ ಸರಾಸರಿ *emf* ಶೂನ್ಯವಾದ್ದರಿಂದ *DC* ಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡು *AC* ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

rms ಮೌಲ್ಯ

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವರ್ಗ ಸರಾಸರಿಯ ವರ್ಗಮೂಲ ಮೌಲ್ಯವು ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಹೊಂದಿದ ವಿವಿಧ ಮೌಲ್ಯಗಳ ವರ್ಗಗಳ ಸರಾಸರಿಯ ವರ್ಗಮೂಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. *rms* ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಮೌಲ್ಯ ಎಂದೂ ಸಹ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸೈನ್ ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ;

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad \text{ಮತ್ತು} \quad E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

ಪರ್ಯಾಯ *rms* ಮೌಲ್ಯವು ಅದೇ ಮೌಲ್ಯದ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು (*dc*) ಒಂದು ರೋಧಕದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಶಾಖವನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ದರ ಮತ್ತು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಅದೇ ರೋಧಕ (*resistor*)ದಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸಮಯದವರೆಗೆ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಶಾಖವನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ದರಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುವಂತಿರುತ್ತದೆ.

ಆವರ್ತ (T)

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತನವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲವನ್ನು **ಆವರ್ತ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಆವೃತ್ತಿ (f)

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಮಂಡಲದ ಆವರ್ತನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು **ಆವೃತ್ತಿ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

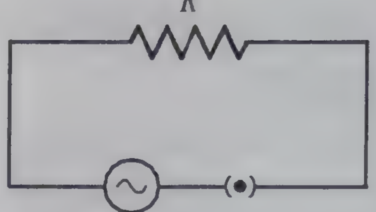
$$f = \frac{1}{\mathrm{T}}$$

ಶುದ್ಧ ರೋಧಕವೊಂದನ್ನೊಳಗೊಂಡ *AC* ಮಂಡಲ

R ಎಂಬ ಶುದ್ಧ ರೋಧಕವೊಂದನ್ನು ಸೈನ್‌ಅಲೆಂಯತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಶ್ರೇಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆಯೆಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ (ಚಿತ್ರ 16.8).

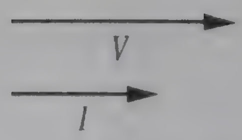
ಆಗ ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ; $E = E_0 \sin \omega t$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E_0}{R} \sin \omega t$$

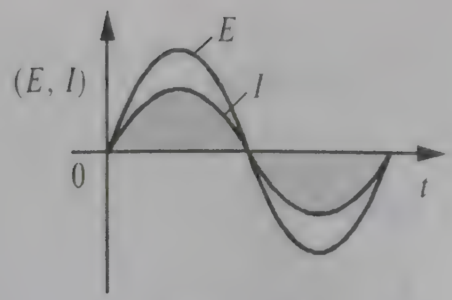


$E = E_0 \sin \omega t$

ಚಿತ್ರ 16.8



ಚಿತ್ರ 16.9 (a)



ಚಿತ್ರ 16.9 (b)

$$I = I_0 \sin \omega t \qquad \dots (9)$$

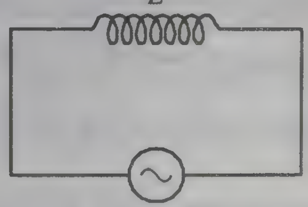
ಇಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಕ ಬಲವು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\therefore V = V_0 \sin \omega t \qquad \dots (10)$$

9 ಮತ್ತು 10 ಸಮೀಕರಣಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಗಳೆರಡೂ ಸಹ ಚಿತ್ರ 16.9(*a*) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಸೂಚಿಸುವುದು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ I ಅನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ x ಅಕ್ಷದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸದಿಶವನ್ನೆಳೆದು ತೋರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ V ಮತ್ತು I ಗಳೆರಡರ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಒಂದೇ ಇರುವುದನ್ನು ; ಸದಿಶ ಚಿತ್ರ 16.9 (*b*) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕವೊಂದನ್ನೊಳಗೊಂಡ *AC* ಮಂಡಲ

L ಎಂಬ ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕವೊಂದನ್ನು ಸೈನ್‌ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಶ್ರೇಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆಯೆಂದಿಟ್ಟು ಕೊಳ್ಳೋಣ.



$E = E_0 \sin \omega t$

ಚಿತ್ರ 16.10

ಆಗ ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ; $I = I_0 \sin \omega t \quad \dots (11)$

t ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾದ ವಿ.ಚಾ. ಬಲ ;

$$E = -L\frac{dI}{dt}$$

ಇಲ್ಲಿ $R = 0$ ಆದ್ದರಿಂದ ಕಿರ್ಖಿಫ್‌ನ ದ್ವಿತೀಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

$$V + E = 0$$

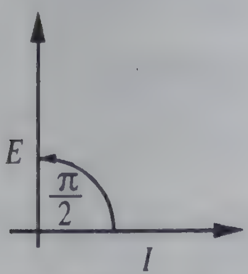
$$\therefore V - L\frac{dI}{dt} = 0$$

$$V = L\frac{dI}{dt} = L\frac{d}{dt}\left(I_0 \sin \omega t\right) = L\omega I_0 \cos \omega t$$

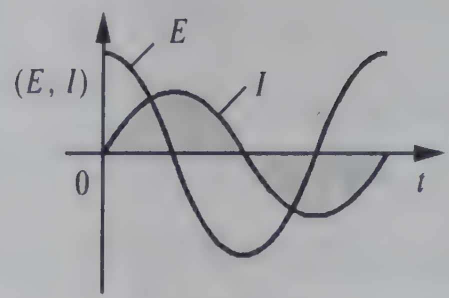
$$= I_0 \omega L \sin\left(\omega t + \pi/2\right)$$

$$\therefore V = V_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \ldots (12)$$

ಇಲ್ಲಿ $V_0 = I_0 \omega L$



ಚಿತ್ರ 16.11 (a)



ಚಿತ್ರ 16.11 (b)

11 ಮತ್ತು 12 ಸಮೀಕರಣಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಚಿತ್ರ 16.11 (*a*) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ Vಯು I ಗಿಂತ $\pi/2$ ನಿಂದ ಮುಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿದೆ. ಸದಿಶ ಚಿತ್ರ 16.11(*b*) ನಲ್ಲಿರುವಂತಿರುತ್ತದೆ.

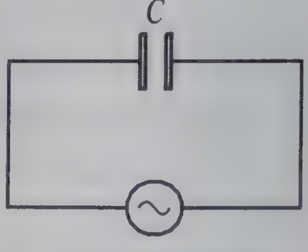
$$\omega L = \frac{V_0}{I_0} = \frac{V_{rms}}{I_{rms}}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

X_L ಅನ್ನು ಪ್ರೇರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ (ಪ್ರತಿಘಾತ) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದು ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಚಲನೆಯ ವಿರುದ್ಧ ಕಂಡುಬರುವ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿರೋಧವಾಗಿದ್ದು, ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಹಾಗೂ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಇದರ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಧಾರಕವೊಂದನ್ನೊಳಗೊಂಡ *AC* ಮಂಡಲ

C ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಶುದ್ಧ ಧಾರಕವೊಂದನ್ನು ಸೈನ್ ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲವೊಂದಕ್ಕೆ ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆ ಮಾಡಿದಾಗ,



$E = E_0 \sin \omega t$

ಚಿತ್ರ 16.12

$V = V_0 \sin \omega t$ ಮತ್ತು $Q = CV \quad \ldots (13)$

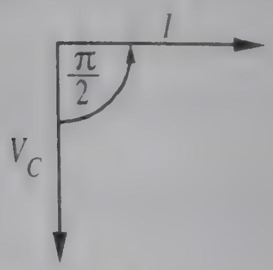
$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}(CV) = \frac{d}{dt} C V_0 \sin \omega t$$

$$= \omega C V_0 \cos \omega t$$

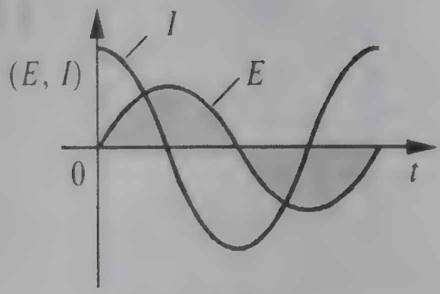
$$= \omega C V_0 \sin(\omega t + \pi/2)$$

$$\therefore \quad I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \qquad \ldots (14)$$

ಇಲ್ಲಿ $I_0 = \omega C V_0$



ಚಿತ್ರ 16.12 (a)



ಚಿತ್ರ 16.12 (b)

13 ಮತ್ತು 14 ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ ಚಿತ್ರ 16.12 (*b*) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ I ಬೆಲೆಯು V ಗಿಂತ $\pi/2$ ನಿಂದ ಮುಂದಿರುತ್ತದೆ.

$$\frac{I}{\omega C} = \frac{V_0}{I_0} = \frac{V_{rms}}{I_{rms}}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

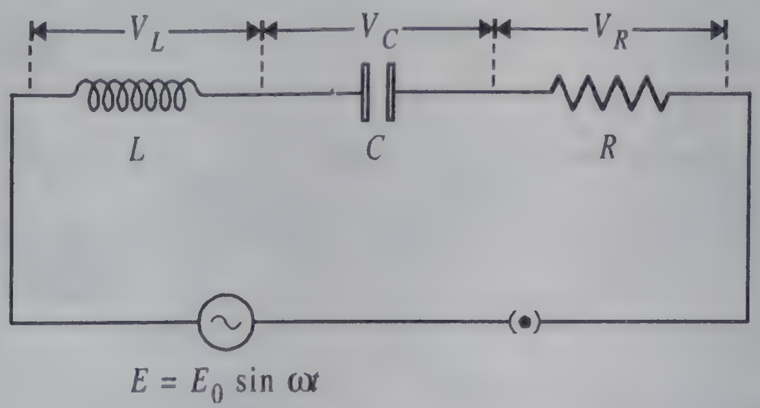
X_C ಎಂಬುದು ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಚಲನೆಯ ವಿರುದ್ಧ ಕಂಡುಬರುವ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿರೋಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಧಾರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ಮೌಲ್ಯವು V_{rms} ಮತ್ತು I_{rms} ನಡುವಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ (ಪ್ರತಿಬಾಧೆ)

ಇದುವರೆಗೆ ನಾವು ಕಂಡುಕೊಂಡಂತೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲವೊಂದರಲ್ಲಿ ರೋಧವು ರೋಧಕತೆಯನ್ನೂ, ಪ್ರೇರಕವು ಪ್ರೇರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಅನ್ನೂ ಹಾಗೂ ಧಾರಕವು ಧಾರಕ ರೀಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಅನ್ನೂ ತೋರುತ್ತವೆ. ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲವೊಂದರಲ್ಲಿನ ರೋಧಕತೆ ಹಾಗೂ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ (ಪ್ರೇರಕ ಹಾಗೂ ಧಾರಕ)ಗಳ ಸಮ್ಮಿಳಿತ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಆ ಮಂಡಲದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ **ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್** ಅಥವಾ **ಪ್ರತಿಬಾಧೆ** ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ನಡುವಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಆಗಿರುವುದು. ಇದನ್ನು Z ಎಂಬ ಪ್ರತೀಕದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುವುದು.

$$Z = \frac{V_{rms}}{I_{rms}}$$

ಪ್ರೇರಕ, ಧಾರಕ ಹಾಗೂ ರೋಧಕಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ AC ಮಂಡಲ (LCR ಸರಣಿ ಮಂಡಲ)



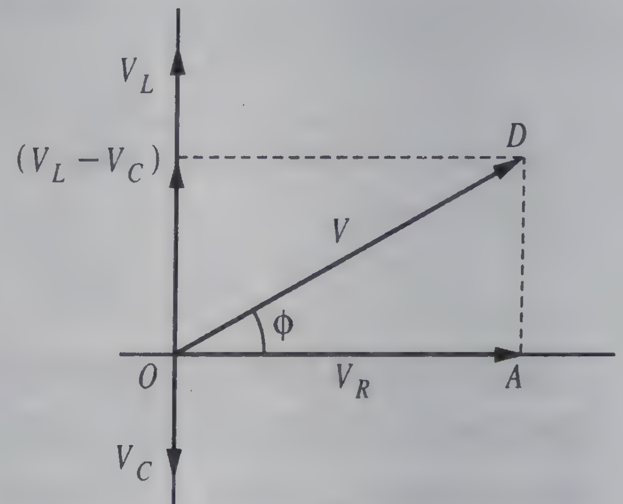
ಚಿತ್ರ 16.13 (a)

ಚಿತ್ರ16.13ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಪ್ರೇರಕ L, ಧಾರಕ C ಮತ್ತು ರೋಧಕ R ಗಳ ಸರಣಿಕ್ರಮ ಜೋಡಣೆಯ ಒಂದು ಸೈನ್‌ಅಲೆಯಂತಹ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸೋಣ.

V_L, V_C ಮತ್ತು V_R ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ L, C ಮತ್ತು R ಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಗಳಾಗಿವೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಆಗ ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ;

$$V = V_0 \sin \omega t \qquad \ldots (19)$$



ಚಿತ್ರ 16.13 (b)

$$V_L = I X_L, \; V_C = I X_C, \; V_R = IR$$

V_R ಎಂಬುದು I ನೊಂದಿಗೆ ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. V_L ಎಂಬುದು I ಗಿಂತ $\pi/2$ ನಿಂದ ಮುಂದಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ V_C ಎಂಬುದು I ಗಿಂತ $\pi/2$ ನಿಂದ ಹಿಂದಿರುತ್ತದೆ. V_L, V_C ಮತ್ತು V_R ಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 16.3 (*b*) ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಸದಿಶಗಳನ್ನಾಗಿ ತೋರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಫಲಿತವು V ಆಗಿದೆ.

$$\Delta OAD \text{ ನಲ್ಲಿ;} \quad OD^2 = OA^2 + AD^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$V^2 = I^2 R^2 + (I X_L - I X_C)^2 \; I^2 \left[R^2 + (X_L - X_C)^2 \right]$$

$$\therefore \; V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$V = IZ$$

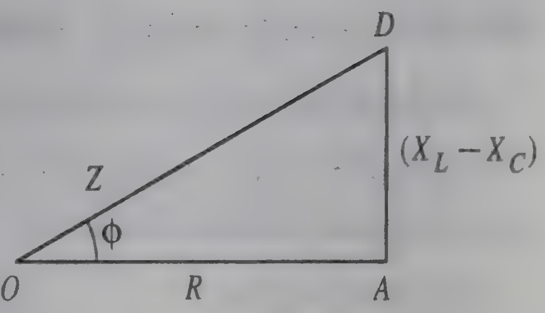
$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

ಅಥವಾ $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

ಇದು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್.

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

ಮತ್ತು $I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$



ಚಿತ್ರ 16.14

$X_L < X_C$ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ Zನ ಮೌಲ್ಯ ಅದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ Vಗಿಂತಲೂ I ಯು ϕ ಕೋನದಿಂದ ಮುಂದಿರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 16.14ನಲ್ಲಿ $\cos\phi = \frac{R}{Z}$ $\cos\phi$, ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಾಂಶ ಸೂಚಕ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಅನುರಣನೆ (*Electrical resonance*)

ಒಂದು *LCR* ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

ಇಲ್ಲಿ $\omega = 2\pi f$ ಆಗಿದ್ದು, f ಎಂಬುದು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವೃತ್ತಿಯಾಗಿದೆ. Zನ ಮೌಲ್ಯ ಕನಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ I ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಅಂದರೆ $X_L = X_c; \omega L = \frac{1}{\omega C}$ ಆದಾಗ I ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ

ಆಗ ಮಂಡಲವು ಅನುರಣನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. (ಮಂಡಲವು ಅನುರಣನೆಯಲ್ಲಿದೆ) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ ಮತ್ತು $2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\therefore \quad \boxed{f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}} \qquad \dots (17)$$

ಇದು ಅನುರಣನೆಯ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ

ಅನುರಣನೆಯ ಆವೃತ್ತಿ f_0 ಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಕರೆಂಟ್ ಅತ್ಯಧಿಕ. R ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ I ಹೆಚ್ಚಾತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, LRC ಸರಣಿಮಂಡಲವನ್ನು ಸ್ವೀಕಾರಿ (*acceptor*) ಮಂಡಲವೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ.

ಅನುರಣನೆ ಆದಾಗ

- $X_L = X_C$
- ಪ್ರೇರಕದ ವಿಭವಾಂತರ = – ಧಾರಕದ ವಿಭವಾಂತರ
- ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ $d\phi = 0$
- ಮಂಡಲದ ರೋಧಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಕರೆಂಟ್ ಹೆಚ್ಚಳ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.
- ಮಂಡಲದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ (Z) ಕನಿಷ್ಠ

ಗುಣಕಾರಕ (*quality foctor*)

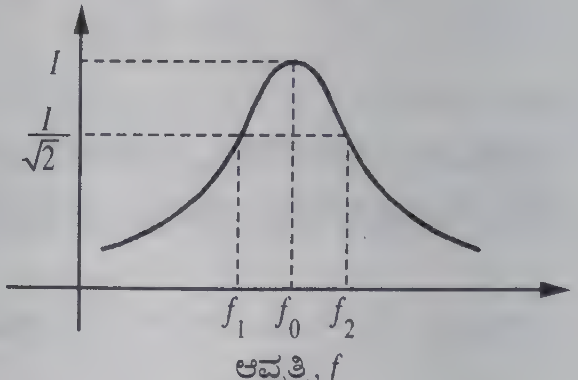
L ಮತ್ತು R ಜೊಡಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಕ್ಕೆ f ಆವೃತ್ತಿಯ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ, ಅನುರಣನೆ ಆಗುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ

ಪ್ರೇರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ $= \omega_0 L$

ಓಮಿಕ್ ರೋಧ $= R$

ಮಂಡಲದ ಗುಣಕಾರಕ $\boxed{Q = \frac{\omega_0 L}{R}}$

ಅನುರಣನೆ ಆದಾಗ ಪ್ರೇರಕದ ವಿಭವಾಂತರ ಮತ್ತು ರೋಧದ ವಿಭವಾಂತರ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಗುಣಕಾರಕವೆಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 16.15

ಪಟ್ಟೆ ಅಗಲ (*band width*)

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದ್ದೇಶಾರ್ಥ ಬಳಸಲಾಗುವ ಆವೃತ್ತಿಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಅಥವಾ ಹರವಿಗೆ ಪಟ್ಟೆ

ಅಗಲವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನುರಣನೆ ಆಗುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಗರಿಷ್ಠ ಕರೆಂಟ್ ತನ್ನ ನಿಗದಿತ ಬೆಲೆಯ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ಅಥವಾ 0.707ರ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುವಾಗಿನ ಆವೃತ್ತಿಗಳ ಹರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಅನುರಣನೆ ಆವೃತ್ತಿಯ ಎರಡೂ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಕರೆಂಟ್ (I_0)ಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ಗೆ ಇಳಿಯುವಾಗಿನ ಆವೃತ್ತಿಗಳನ್ನು (f_1 ಮತ್ತು f_2) ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದಾಗ, ಪಟ್ಟೆಅಗಲ $(BW) = (f_2 - f_1)$. (ಚಿತ್ರ 16.15).

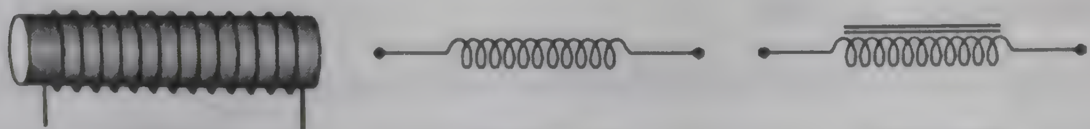
$$\text{ಅನುರಣನೆ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ} = \frac{\text{ಅನುರಣನೆ ಆವೃತ್ತಿ}}{\text{ಪಟ್ಟೆ ಅಗಲ}}$$

$$= \frac{f_0}{(f_2 - f_1)}$$ (ಇದನ್ನು ಕ್ಯೂ ಕಾರಕ : *Q - factor* ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ).

ಇದು Q ಗೂ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. $Q = \frac{f_0}{BW}$. ಹೀಗಾಗಿ Q ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ (*sharpness*) ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. R ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ X_L ಜಾಸ್ತಿ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ಚೋಕ್ (*choke*)

ಚೋಕ್ ಅಥವಾ ಪ್ರತಿರೋಧಕವೂ ಸಹ ತತ್ವಶಃ ಪ್ರೇರಣ ಸುರಳಿಯೇ ಆಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ತಡೆಯುಂಟು ಮಾಡಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಮೃದುಕಬ್ಬಿಣದ ಕಾಂಡದ ಮೇಲೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ರೋಧತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಾಹಕ ತಂತಿಯನ್ನು ಸುರುಳಿಯಂತೆ ಸುತ್ತಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 16.16).



ಚೋಕ್ RF ಚೋಕ್ AF ಚೋಕ್

ಚಿತ್ರ 16.16

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಈ ಸಾಧನವು ತೋರುವ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರಿಅಕ್ಟೆನ್ಸ್ = $XL = 2\pi fL$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವೃತ್ತಿ (f) ಹಾಗೂ

ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ (L)ಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ. ಕಡಿಮೆ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಪ್ರತಿರೋಧಕವು ಹೆಚ್ಚು ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಪ್ರತಿರೋಧಕವು ಕಡಿಮೆ ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಲಾದ ಮೃದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಾಂಡದ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಮಾರ್ಪಾಡು ಮಾಡಬಹುದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಪ್ರತಿರೋಧಕವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಚೋಕ್ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಯವಾದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ;

$$P = V_{rms} I_{rms} \cos\phi$$

ಇಲ್ಲಿ V_{rms} ಹಾಗೂ I_{rms}ಗಳು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಹಾಗೂ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮೌಲ್ಯಗಲಾಗಿದ್ದು ϕ ಎಂಬುದು ಅವೆರಡರ ನಡುವಣ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾಂತರವಾಗಿದೆ. $\cos\phi$ ಅನ್ನು **ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಾಂಶ** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿಯ ರೋಧವು ತೀರಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, $\phi \approx \frac{\pi}{2}$ ಹಾಗೂ $\cos\phi \approx 0$ ಅಂದರೆ $p \approx 0$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಚೋಕ್ ಹೆಚ್ಚಿನ **ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಳಕೆ ಮಾಡದೆಯೇ** ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬುಗಳ ಪ್ರಕಾಶ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಲು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಪಾದರಸ ಹಾಗೂ ಸೋಡಿಯಮ್ ಬಲ್ಬುಗಳ ಸಂಗಡ ಸಹ ಇವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಶೋಧಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ರೇಡಿಯೋಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಶಬ್ದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

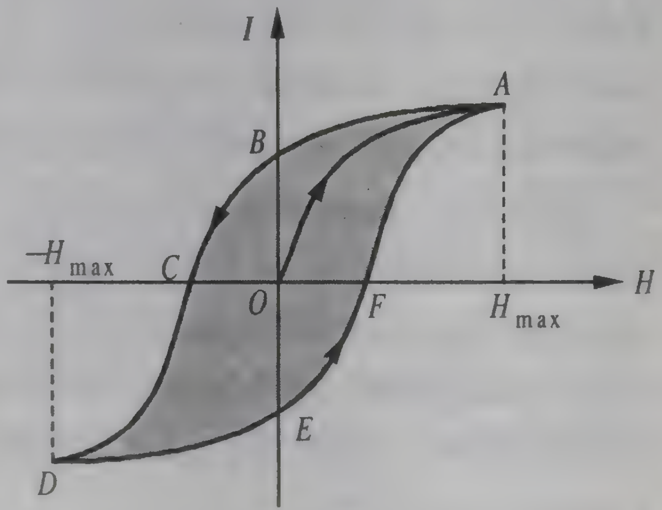
ಕಾಂತೀಯ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ (*Magnetic hysteresis*) (ಕಾಂತೀಯ ಜಡತೆ)

ಕಬ್ಬಿಣ ಕಾಂತ ವಸ್ತುಗಳು ಅದನ್ನು ಒಳಪಡಿಸಲಾದ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಒಂದು ಕಾಂತೀಕರಣ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಹಿಂದಿನ ಸಂಸ್ಕರಣ ಚರಿತ್ರೆಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣ ಕಾಂತ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಂತ ಜಡತ್ವ ಎಂಬ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ.

ಕಾಂತೀಯ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್

ಫೆರೋಕಾಂತೀಯ ವಸ್ತುವಿಗೇ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಗುಣವೆಂದರೆ ಕಾಂತೀಕರಣದ ತೀವ್ರತೆ (I) ಯು ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರದಿರುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಾಂತೀಕರಣಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ (H) ಇಟ್ಟಾಗ, ಅವು ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಎಂಬ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. H ಮತ್ತು I ಗಳ ಸಂಬಂಧವು ವಸ್ತುವಿನ ಹಿಂದಿನ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಕಾಂತೀಯ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಆವೃತ್ತಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯದವರೆಗೆ ಏರಿಸುವಂತೆಯೂ, ಮತ್ತೆ ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುವಂತೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ತಿರುಗಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಏರಿಕೆ, ಇಳಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡುವಂತಿರುತ್ತದೆ. ಕಬ್ಬಿಣ ಕಾಂತ ವಸ್ತುವೊಂದರ ತುಂಡೊಂದನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಏರಿಕೆ, ಇಳಿಕೆಗೆ (ಕಾಂತೀಕರಣ ಆವೃತ್ತಿಗೆ) ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಕಾಂತೀಕರಣ ತೀವ್ರತೆ (I) ಯು ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರ(H) ದೊಂದಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಸಾಗುವುದು. H ನ ಬದಲಾವಣೆಯೊಂದಿಗೆ I ನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ರಚಿಸಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು I - H ರೇಖಾನಕ್ಷೆ ಅಥವಾ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಚಕ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 16.17

ಕಾಂತೀಕರಣವಾಗಿರದ ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ದಂಡವನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಏರುವ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರ ವೊಂದರಲ್ಲಿಡೋಣ. ಚಿತ್ರ 16.17 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಮೊದಲು $H = 0$ ಆಗಿದ್ದಾಗ $I = 0$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. (ಬಿಂದು 0). H ಅನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಂತೆ I ನ ಮೌಲ್ಯವೂ ಸಹ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಸಾಗಿ $H = H_m$ ಆದಾಗ I ಪರ್ಯಾಪ್ತತೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ OA ನಿಂದ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. OAಯುನ್ನು ಆರಂಭಿಕ ಕಾಂತೀಕರಣ ತಿರುವು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಬಿಂದುವಿನ ನಂತರ ಈ ರೇಖೆಯು H ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿದೆ.

ಈಗ H ನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು H_m ನಿಂದ ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ಸಾಗಿದಲ್ಲಿ I ನ ಮೌಲ್ಯವು ಹಿಂದಿನ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆಯೇ ಇಳಿಯದೆ ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ AB ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತದೆ. $H = 0$ ಆದರೂ ಸಹ $I = 0$ ಆಗಿರದೆ OB ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಶೂನ್ಯ ಮಾಡಿದಾಗಲೂ

ಸಹ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು **ಶೇಷ ಕಾಂತತ್ವ** (*retentivity*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣ ಕಾಂತೀಯ ವಸ್ತುವು ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಶೂನ್ಯ ಮಾಡಿದಾಗಲೂ ಸಹ ಶೇಷಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಲ್ಲ ಗುಣವನ್ನು **ಧಾರಣ ಶಕ್ತಿ** ಅಥವಾ **ಧಾರಣತೆ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೀಗ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಏರಿಸುತ್ತಾ ಸಾಗಿದಾಗ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾಂತತ್ವವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಸಾಗಿ (ಅಂದರೆ I ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಸಾಗಿ) ಶೂನ್ಯವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ (ಬಿಂದು C) ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಶೇಷಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ತರಲು ಬಳಸಬೇಕಾದ ಹಿಮ್ಮುಖ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು (OC) **ನಿರ್ಬಂಧನ ಕ್ಷೇತ್ರ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ವಸ್ತುವು ಹೊಂದಿರುವ ಈ ಗುಣವನ್ನು **ನಿರ್ಬಂಧತೆ** (*coercivity*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ I ನ ಮೌಲ್ಯವು ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಸಾಗಿ (CD) ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಪ್ತತೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. H ಅನ್ನು ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ತಂದಾಗ E ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಮತ್ತೆ OE ನಷ್ಟು ಶೇಷಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಶೂನ್ಯದಿಂದ H_m ವರೆಗೆ ಏರಿಸಿದಾಗ I ಯು EA ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿ A ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಪ್ತತೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಪೂರ್ಣಗೊಂಡ ಒಂದು ಆವೃತ್ತಿ ($ABCDEFA$) ಯನ್ನು ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಚಕ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ ಹಾಗೂ ಈ ಪಥಕ್ಕೆ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಪಥವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ I ಯು H ನ ಹಿಂದೆ ಹಿಂದೆಯೇ ಸಾಗುತ್ತದೆ. (ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ ಕಾಂತೀಯ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಕಾಂತೀಕರಣ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಕಾಂತೀಕರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಕಾಂತೀಕರಣಕ್ಷೇತ್ರದ ಹಿಂದೆಯೇ ಸಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೇ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್).

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಂತೀಕರಣ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಂತೀಕರಣಗೊಳಿಸಲು ಹಾಗೂ ಕಾಂತೀಕರಣರಹಿತಗೊಳಿಸಲು ಶಕ್ತಿಯು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವ್ಯಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಶಾಖರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ವ್ಯಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು **ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ವ್ಯಯ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಪಥದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಪ್ರತಿ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಪ್ರತಿ ಏಕಮಾನ ಘನ ಅಳತೆಗೆ ಹೊಂದುವ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ವ್ಯಯವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ವ್ಯಯ = $I - H$ ನಕ್ಷಾ ಪಥದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ

= $\mu_0 \times I - H$ ನಕ್ಷಾ ಪಥದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ.

ಕಾಂತೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಕಾಂತೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ನಕ್ಷೆಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲೆಂದು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲು ಬಹುಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

1. ಕಾಂತೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿವರ್ತಕಗಳ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ

ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಕಾಂತೀಕರಣದ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಒಳಪಡುವುದರಿಂದಾಗಿ ಇಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ವ್ಯಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗುವುದು. ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಲು ಕಡಿಮೆ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯಾಪ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ : ಮ್ಯು-ಲೋಹ (Ni, Fe, Cu, Cr ಮಿಶ್ರಣ) ಹೈಪರ್‌ನಿಕ್ (Ni, Fe) ಹಾಗೂ ಪರ್ಮ್ ಮಿಶ್ರಲೋಹ (Fe, Ni, ಮಿಶ್ರಲೋಹ) ಇವುಗಳು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

2. Fe ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ Si ಹೊಂದಿದ ಮಿಶ್ರಲೋಹವಾದ ಸ್ಟಲಾಯ್ ಅನ್ನು ದೂರವಾಣಿ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

3. ಕಾಂತೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಖಾಯಂ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಇಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಧಾರಣಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿರ್ಬಂಧತೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

   ಕೋಬಾಲ್ಟ್ - ಸ್ಟೀಲ್ (Co, W ಮತ್ತು C ಗಳ ಮಿಶ್ರಲೋಹ) ಹಾಗೂ ಟಿಂಕೊನಾಲ್ (Ti, Co, Ni ಮತ್ತು Al ಗಳ ಮಿಶ್ರಲೋಹ) ಇವುಗಳನ್ನು ಈ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

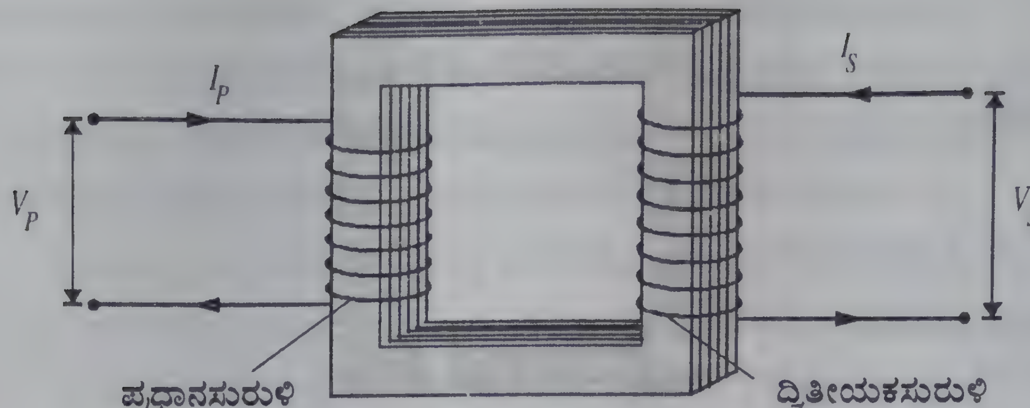
4. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಕಾಂತೀಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ಇಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಕಾಂತೀಕರಣ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿರ್ಬಂಧನ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಶೇಷಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು.

5. ಕಬ್ಬಿಣದ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ಇತರೆ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಫೆರೈಟ್‌ಗಳೆಂಬ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ (*Transformer*)

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಸಾಧನವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಅಥವಾ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಪರಿವರ್ತಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಸಾಧನವೂ ಸಹ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ತತ್ವದ ಮೇಲೆಯೇ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ

ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಅವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಪದರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಎರಡು ವಾಹಕ ಸುರುಳಿಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಎರಡೂ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 16.18ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಚೌಕಾಕಾರದ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಮಾಡಲಾದ ಮೃದುಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟ್ಟಿಯ ಮೇಲೆ



ಚಿತ್ರ 16.18

ಸುತ್ತಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. *P* ಎಂಬುದು ಪ್ರಧಾನಸುರುಳಿಯಾಗಿದ್ದು *S* ಎಂಬುದು ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯಾಗಿದೆ. ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕಾದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವನ್ನು ಪರಿವರ್ತಕದ ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಗೆ ನೀಡಲಾಗುವುದು. ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವನ್ನು ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯಿಂದ ಹೊರಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿನ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ತತ್ತ್ವಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಅದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವ ಪ್ರೇರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವದ ಪರಿಣಾಮವು *P* ಮತ್ತು *S* ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮೇಲೆ ಹಾಗೂ *P* ಸುರುಳಿಗೆ ನೀಡಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವದ ಪರಿಮಾಣದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

n_p ಮತ್ತು n_s ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ *P* ಮತ್ತು *S* ಸುರುಳಿಗಳಲ್ಲಿನ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾಗಿದ್ದು, V_p ಮತ್ತು V_s ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಒಳನೀಡಲಾದ ಮತ್ತು ಹೊರಪಡೆಯಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವಗಳಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ,

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p} = T \qquad \text{... (18)}$$

T ಯನ್ನು ಸುತ್ತುಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ (*Turns ratio*) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಹೊರಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವದ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬದಲಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

$n_s > n_p$ ಆಗಿದ್ದಾಗ $V_s > V_p$; $T > 1$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿವರ್ತಕವನ್ನು ಏರಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕ (*step-up transformer*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

$n_s < n_p$ ಆಗಿದ್ದಾಗ $V_s < V_p$; $T < 1$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿವರ್ತಕವನ್ನು ಇಳಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕ (*step - down transformer*) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

I_s ಮತ್ತು I_p ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ p ಮತ್ತು s ಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತಾದರೆ ;

ಒಳಹರಿದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $= V_p I_p$

ಹೊರಪಡೆದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ $= V_s I_s$

ಒಂದು ಆದರ್ಶ ಪರಿವರ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವ್ಯಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ;

$$V_s I_s = V_p I_p$$

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} = T \qquad \dots (19)$$

ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಿವರ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವನ್ನೂ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿವರ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವ್ಯಯವಿದ್ದೇ ಇರುವ ಕಾರಣದಿಂದ ಹೊರಪಡೆದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಒಳಹರಿದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ನಷ್ಟಗಳು -

ಇಲ್ಲಿ ನಷ್ಟ ಎಂದರೆ ಪರಿವರ್ತನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಯ.

1. ಬಳಸಿದ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಲೋಹ ಕಾಯುವುದರಿಂದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಯ.
2. ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗದಿದ್ದಾಗ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ನಷ್ಟ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ.
3. ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಲು ಬಳಸಿದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಆವರ್ತನ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಆಗುವ ನಷ್ಟ.
4. ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಆಗುವ ನಷ್ಟ.

AC ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಾಪಕಗಳು (*AC meters*)

ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿ ರೀತಿಯ ಅಂಪಿಯರ್ ಮಾಪಕ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿಚಲನೆಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆ ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ವಿಚಲನೆಯೂ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕು

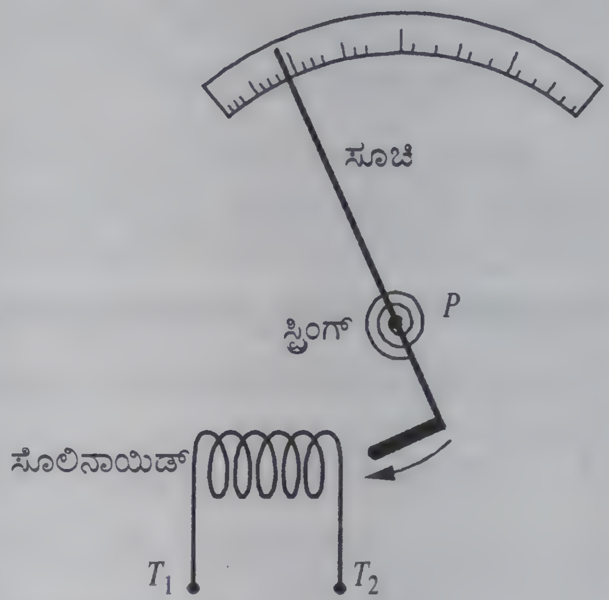
ಬದಲಾಗುವುದರಿಂದ ಅದೇ ರೀತಿಯ ಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಅಳೆಯಲೆಂದು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾವಣೆ ಆಗುತ್ತಿದ್ದಾಗ್ಯೂ, ಮಾಪಕದಲ್ಲಿನ ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿನ ವಿಚಲನೆಯು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ವಿಶೇಷ ಏರ್ಪಾಟುಮಾಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಚಲಿಸುವ ಕಬ್ಬಿಣ ಮಾದರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಾಪಕ

ತತ್ವ

ಫೆರೋಕಾಂತೀಯ ಗುಣ ಹೊಂದಿರುವ ಮೆದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಸರಳು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ದುರ್ಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಪ್ರಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರದೆಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಚಲಿಸುವ ಕಬ್ಬಿಣ ಮಾದರಿ ಮಾಪಕದ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಸೊಲಿನಾಯಿಡ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿದಾಗ ಅದರ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆ ಅದರ ತುದಿಯಲ್ಲಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ಎರಡಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಸೊಲಿನಾಯಿಡ್‌ನ ಅಕ್ಷದ ನೇರಕ್ಕಿರುವ ಮೆದು ತುಂಡು ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಂಡು ಅದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ ಸೂಚಿ, ಸ್ಕೇಲಿನ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಕರೆಂಟ್ ನಿಂತಾಗ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಸೂಚಿಯನ್ನು ಮೊದಲಿದ್ದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 16.19

ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಿದ್ದಾಗ ಅದುಕಾಂತದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದಿಕ್ಕು ಹೇಗಿದ್ದರೂ ಏಕರೂಪದ ಧ್ರುವಗಳು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ವಿಕರ್ಷಣಬಲವು ಸುಮಾರಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವರ್ಗದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವಿಚಲನೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಗಣೆ

ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನಾ ಘಟಕದಿಂದ ಬಳಕೆದಾರರಿರುವ ದೂರದ ಊರಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಗಣೆಗೆ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉತ್ಪಾದನಾ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಬಳಸಿ ವೋಲ್ಟೇಜನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಕರೆಂಟ್ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ನಷ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕಾರಕ ಶೂನ್ಯ. ಜೊತೆಗೆ I^2R ನಷ್ಟಕೂಡ ಕನಿಷ್ಠ. ಬಳಕೆದಾರರ ಉಪಯೋಗ ಅಗತ್ಯ ಆಗಿರುವಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಿ ಕರೆಂಟ್ ಹೆಚ್ಚಿಸುವಂಥ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಗೃಹಬಳಕೆಗೆ ಬಳಸುವುದು ಸರಾಸರಿ 220V ಮತ್ತು 5A ಕರೆಂಟ್.

AC ಮತ್ತು *DC* ಗಳ ಬಳಕೆ :

1. *AC* ಯಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು.
2. ದೂರದ ಊರುಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ ನಷ್ಟವಿಲ್ಲದೆ ಸಾಗಣೆ ಮಾಡಬಹುದು.
3. *AC* ಯನ್ನು *DC* ಅಂತೆಯೇ ಶಾಖೋತ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.
4. *AC* ಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ *DC* ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು.
5. *AC* ನಿಯಂತ್ರಣವೂ ಸುಲಭ.
6. ವಿದ್ಯುದ್ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (*electrolysis*) ಗೆ ಬಳಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ, *DC* ಯನ್ನೆ ಬಳಸಬೇಕು.
7. *AC* ಅಳತೆ ಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಸ್ಕೇಲ್ ರೇಖೀಯವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಶಾಖವಾಗಲಿ ಅಥವಾ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವಾಗಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವರ್ಗದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಏಕಮುಖ ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ದಿಷ್ಟಕಾರಿ (*rectifier*) ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ ಮೀಟರ್‌ಗಳು ಲಭ್ಯವಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತು 0.1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 4A ನಿಂದ ಸೊನ್ನೆಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿ, ಅದರಲ್ಲಿ 100V ನಷ್ಟು ಸರಾಸರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಕ ಬಲವು ಉತ್ಪನ್ನವಾದರೆ, ಆ ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$dI = 4.0 = 4A,\ E = 100\text{V},\ dt = 0.1S,\ L = ?$

$$E = L\frac{dI}{dt}$$

$$\therefore \quad L = E\frac{dt}{dI} = \frac{100\times0.1}{4} = 2.5\text{H}$$

2. 20 mH ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ

ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು 5 As^{-1} ಆಗಿದೆ. ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿ.ಚಾ.ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$L = 20\times10^{-3} H \ , \quad \frac{dI}{dt} = 5As^{-1} \ , \quad E = ?$$

$$E = L\frac{dI}{dt} = 20\times10-3\times5 = \mathbf{0.1V}$$

3. **0.5H ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಒಂದು ಸುರುಳಿಯನ್ನು 10V ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೆಚ್ಚುವಿಕೆಯ ದರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$L = 0.5H, \ E = 10V, \ dI/dt = ?$

$$E = L\frac{dI}{dt}$$

$$\therefore \ \frac{dI}{dt} = \frac{E}{L} = \frac{10}{0.5} = \mathbf{20As^{-1}}$$

4. **220V, 50Hz ನ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಮಂಡಲವೊಂದರಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಸುರಳಿಯೊಂದು 5Ω ನ ಪ್ರೇರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಸುರಳಿಯ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$f = 50Hz, \ x_L = 5W, \ L = ?$

$$x_L = \omega_L = 2\pi fL$$

$$\therefore L = \frac{x_L}{2\pi f} = \frac{5}{2\times3.14\times50} = 0.01592 = 15.92ml$$

$\therefore$ **ಸುರಳಿಯ ಸ್ವಪ್ರೇರಕತೆ = 15.92 mH**

5. **50 Hz ನ *AC* ಮೂಲವೊಂದನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾದ 20μ*f* ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಧಾರಕವೊಂದರ ಧಾರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$f = 50Hz, \ C = 20 \times 10^{-6}F, \ x_c = ?$

$$x_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\times3.14\times50\times20\times10^{-6}}$$

= 15.29Ω **ಧಾರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ = 15.92 Ω**

6. **60Hz ನ AC ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾದ 0.1H ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಮತ್ತು 20Ω ರೋಧತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ತಂತಿ ಸುರಳಿಯ ಇಂಪಿಡೆನ್ಸ್ ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$f = 60\text{Hz},\ L = 0.1\text{H},\ R = 20\Omega,\ Z = ?$

$$Z = \sqrt{R^2 + {x_L}^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi fl)^2}$$

$$= \left\{(20)^2 + (2\times 3.14\times 60\times 0.1)^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$= \mathbf{42.7\Omega}$

7. **220V, 50Hz AC ಮೂಲವೊಂದಕ್ಕೆ 20Ω ರೋಧತ್ವ ಹಾಗೂ 0.2H ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕವನ್ನು ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹರಿವ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$V = 200\text{V},\ f = 50\text{Hz},\ R = 20\Omega,\ L = 0.2\text{H},\ I = ?$

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$$

$$\sqrt{400 + (2\times 3.14\times 50\times 0.2)^2} = 65.91\Omega$$

$$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{65.91} = \mathbf{3.337A}$$

8. **44 ವಾಟ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಲ್ಬೊಂದನ್ನು 220V, 50Hz ನ AC ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ವಿದ್ಯುತ್‌ವಿಭವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಶೃಂಗ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$V_{rms} = 200V,\ f = 50Hz$

$$V_{rms}I_{rms} = 44;\ I_{rms} = \frac{44}{220} = 0.2\text{A}$$

$$V_0 = 200\times\sqrt{2} = 311.1\text{V}$$

$$I_0 = Irms\sqrt{2}$$

$$= 0.2\sqrt{2} = 0.283\text{A} = \mathbf{283mA}$$

9. 100Ω ರೋಧಕ, 10mH ಯ ಪ್ರೇರಕ ಮತ್ತು0.2μf ನ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ 200V, 50Hz ನ ಪ.ವಿ. ಮೂಲವೊಂದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಸಂಪೂರ್ಣ ಇಂಡಿಪೆನ್ಸ್ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$R = 1000\Omega,\ L = 10\times10^{-3}\text{H}, C = 0.2\times10^{-6}F$

$V = 220\text{V},\ \text{f} = 50\text{Hz},\ Z = ?,\ \ I = ?$

$x_L = \omega L = 2\pi fL = 2\times3.14\times50\times10\times10^{-3} = 3.14\Omega$

$$x_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\times3.14\times50\times0.2\times10^{-6}} = 15293.6\Omega$$

$$= \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{(100)^2 + (15920.46)^2}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{15.92\times10^3} = 0.0138\text{A} = \mathbf{13.8mA}$$

10. 220V ನ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಒಂದು ಇಳಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕವನ್ನು 15 ವಾಟ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಲ್ಬಿಗೆ 0.5 ಅಂಪಿಯರ್ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಪರಿವರ್ತಕದ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ 20 ಸುತ್ತುಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$V_p = 200\text{V},\ I_s = 0.5\text{A},\ n_s = 20,\ V_s I_s = 15$ ವಾಟ್

$V_s = \frac{15}{I_s} = \frac{15}{0.5} = 30$ ವೋಲ್ಟ್

$V_p I_p = V_s I_s$ $\qquad$ $V_p I_p = 15$ ವಾಟ್

$$\therefore I_p = \frac{15}{220} = 0.068\text{A}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p};\ \frac{30}{220} = \frac{20}{n_p}$$

ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ = 147

ಮತ್ತು ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ = 0.68A

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆ ಎಂದರೇನು ?
2. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಯಾರು ?
3. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಯಾವ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ?
4. ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ ಬಲಗೈ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ನಿಯಮದ ಉಪಯೋಗವೇನು ?
5. ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಎಂದರೇನು ?
6. ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆ ಎಂದರೇನು ?
7. ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯ *SI* ಮಾನ ಯಾವುದು ?
8. ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
9. ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಎಂದರೇನು ?
10. ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದಾಗುವ ಅನೂಕೂಲವನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಲು ಯಾವ ವಿಧಾನ ಸೂಕ್ತ ?
11. ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ (ಪ.ವಿ) ಎಂದರೇನು ?
12. ಪ.ವಿ.ನ ಶೃಂಗಮೌಲ್ಯ ಎಂದರೇನು ?
13. ಪ.ವಿ.ನ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ ಎಂದರೇನು ?
14. ಪ.ವಿ.ನ *rms* ಮೌಲ್ಯ ಎಂದರೇನು ?
15. ಶುದ್ಧ ರೋಧಕ ಜೋಡಣೆ ಇರುವಾಗ ಪ.ವಿ. ಹರಿದಾಗ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
16. ಪ್ರಶ್ನೆ 15ರಲ್ಲಿ ರೋಧಕದ ಬದಲಿಗೆ ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕವಿದ್ದಾಗ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ?
17. ಮೇಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಯಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧಧಾರಕವಿದ್ದಾಗಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
18. X_L ಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

19 X_C ಗೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

20. ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಎಂದರೇನು ?
21. ಅನುರಣನೆಯಾಗಲು ಯಾವ ನಿರ್ಬಂಧ ಅಗತ್ಯ ?
22. ಅನುರಣನೆ ಆದಾಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಕ ಮತ್ತು ಧಾರಕಗಳ ವಿಭವಾಂತರಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ?

23. ಮಂಡಲದ ಗುಣಾಕಾರಕಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
24. ಅನುರಣನೆ ಆದಾಗ ಪಟ್ಟೆಅಗಲಕ್ಕೂ ಮತ್ತು Q ಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ?
25. Q ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
26. ಒಂದು ವೇಳೆ R ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ X_L ಜಾಸ್ತಿ ಮಾಡಿದರೆ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯ ಮೇಲಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನು ?
27. ಯಾವುದನ್ನು ಪ.ವಿ. ಮಂಡಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕಾರಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ ?
28. ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್, ಶೇಷಕಾಂತತ್ವ, ಧಾರಣತೆ ಎಂದರೇನು ?
29. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಯಾವ ತತ್ವನ್ನಾವಧರಿಸಿದೆ ?
30. ಪ.ವಿ. ಬಳಸಲಾಗದ ಒಂದು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ತಿಳಿಸಿ.
31. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಅಥವಾ ಪರಿವರ್ತಕದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವನ್ನು ಏರಿಳಿತಗೊಳಿಸಲು ಯಾವುದರಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ತರಬೇಕು ?
32. ಚಲಿಸುವ ಕಬ್ಬಿಣ ಮಾದರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಾಪಕವು ಯಾವ ತತ್ವವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ ?
33. ಆದರ್ಶ ಪರಿವರ್ತಕವೆಂದರೇನು ?
34. 'ವಾಟ್‌ಲೆಸ್' ಕರೆಂಟ್ ಪಡೆಯಲು ಏನನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು ?
35. ಪರಿವರ್ತಕದ ಸುತ್ತು ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಎಂದರೇನು ?
36. ಏರಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕದ ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
37. ಇಳಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕದ ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
38. ಪರಿವರ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಹೇಗೆ ತಡೆಯುತ್ತಾರೆ ?
39. ಹೆಚ್ಚು ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಚೋಕ್‌ನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
40. ಪ.ವಿ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧ ರೋಧಕವಿರುವಾಗಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
41. ಪ.ವಿ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕವಿರುವಾಗಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
42. ಶುದ್ಧಧಾರಕವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಪ.ವಿ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
43. ಪ.ವಿನ ಆವರ್ತ ಎಂದರೇನು ?
44. ಪ.ವಿನ. ಆವೃತ್ತಿ ಎಂದರೇನು ?
45. ಪ.ವಿ. ಪೂರೈಕೆಗೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಆವೃತ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?
46. ಸರಾಸರಿ ವಿದ್ಯುತ್ 1.4A ಇದ್ದರೆ ಅದರ *rms* ಮೌಲ್ಯವೆಷ್ಟು ?
47. ಪ.ವಿ. ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದಾಗಿನ ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ *emf* ನ ಪರಮಾವಧಿ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

48. ಪ್ರಶ್ನೆ 47ರಲ್ಲಿ ಕರೆಂಟ್‌ನ ಪರಮಾವಧಿ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

49. ಗೃಹಬಳಕೆಗೆ 5A ಕರೆಂಟ್ ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಸರಾಸರಿ ಬೆಲೆಯೋ ಅಥವಾ *rms* ಬೆಲೆಯೋ ತಿಳಿಸಿ.

50. ಗೃಹಬಳಕೆಗೆ 5A ಮತ್ತು 220V ಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸರಬರಾಜಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಎಷ್ಟು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಲೆಂಟ್ಸ್ ನಿಯಮ ತಿಳಿಸಿ. ಅದರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಏನು ?
3. ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಕತೆಯಿಂದ ದೊರೆಯುವ *rms* ಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಣೆಗಳಿಗಿರುವ ಹೋಲಿಕೆ ಮತ್ತು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇನು?
5. ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಆವರ್ತ (ಸುಳಿ) ಪ್ರವಾಹವೆಂದರೇನು ? ಇದರ ಒಂದು ಉಪಯೋಗ ತಿಳಿಸಿ.
7. ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಎಂದರೇನು ? ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
8. *AC* ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ನಿರ್ಣಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯ ಪಾತ್ರವೇನು ?
9. ಶೃಂಗ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
10. ಸರಾಸರಿ ಮತ್ತು *rms* ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
11. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧರೋಧವಿದ್ದಾಗ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ವಿವರಿಸಿ.
12. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕವಿದ್ದಾಗ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ವಿವರಿಸಿ.
13. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡದಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧ ಧಾರಕವಿದ್ದಾಗ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ವಿವರಿಸಿ.
14. *LCR* ಮಂಡಲದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ವಿವರಿಸಿ.
15. ವಿದ್ಯುತ್ ಅನುರಣನೆ ಎಂದರೇನು ? ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.
16. ಅನುರಣನ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
17. *Q* ಕಾರಕಕ್ಕೆ ವಿವರಣೆ ನೀಡಿ.
18. *AC* ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

19. ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಾಂಶವೆಂದರೇನು ?
20. ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬಳಸದೆಯೆ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
21. ಚೋಕ್‌ನ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
22. ಕಾಂತೀಯ ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್‌ಗೆ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
23. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕಾರ್ಯದ ಹಿಂದಿರುವ ಸೂತ್ರ ವಿವರಿಸಿ.
24. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ನಷ್ಟಗಳಿಗೆ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
25. *ac* ಅಳತೆಗೆ *dc* ಮೀಟರ್ ಬಳಸಬಹುದೇ ? *ac* ಮೀಟರ್ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಆಗತ್ಯವಾದ ತತ್ತ್ವ ವಿವರಿಸಿ.
26. ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದನಾ ಘಟಕದಿಂದ ಬಳಕೆದಾರನ ಬಳಿಗೆ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಸಾಗಿಸುವುದು ಹೇಗೆ ? ವಿವರಿಸಿ.
27. *ac* ಮತ್ತು *dc* ಗಳ ವಿಶೇಷ ಬಳಕೆಗೆ ಒಂದೊಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
28. ಪ್ರೇರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಧಾರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು ?
29. ಹಿಸ್ಟಿರಿಸಿಸ್ ಚಕ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
30. ಸುಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ಏಕರೀತಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರೇರಣ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
2. ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಕತೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಒಂದೊಂದು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
3. ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ *emf* ಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. *LCR* ಸರಣಿಮಂಡಲದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ ಪ್ರಾವಸ್ಥಾನಕ್ಷೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
5. ಶುದ್ಧರೋಧಕ, ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇರಕ ಮತ್ತು ಶುದ್ಧ ಧಾರಕಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಪ.ವಿ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ನಡುವಣ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೋರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 5 mH ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್

0.01 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 2.5A ನಿಂದ 2.0Aಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿದರೆ, ಪ್ರೇರಿತವಾದ ವಿ.ಚಾ. ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.25V)

2. ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು 2A ನಿಂದ ಸೊನ್ನೆಗೆ 0.1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ 2V ನಷ್ಟು ವಿ.ಚಾ. ಬಲವು ಪ್ರೇರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.1H)

3. 0.03×0.02m ಅಳತೆಯ ಆಯತಾಕಾರದ ಸುರಳಿಯೊಂದು 20 ಸುರುಳಿಗಳ ನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ಅದರ ಸಮತಲವು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ 30 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ 2 ಟೆಸ್ಲಾದಿಂದ 1.2 ಟೆಸ್ಲಾಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿದಲ್ಲಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿ.ಚಾ. ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.32mV)

4. 100 ಸುತ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ 0.5m ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಸುರುಳಿಯೊಂದು 200 ಆರ್ಸ್ಟೆಡ್ ಏಕರೂಪದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಒಂದು ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತು 10 rps ಜವದೊಂದಿಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಣೆಯಾದ ವಿ.ಚಾ. ಬಲದ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.99V)

5. 500Ω ನ ಗೀಸರ್ ಒಂದನ್ನು 200V, 50Hz *AC* ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆಗ *i*) ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವದ ಶೃಂಗಮೌಲ್ಯ, *ii*) ಹರಿಯಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸರಾಸರಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹಾಗೂ *iii*) ಶೃಂಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(311.08V, 96.8W, 193.6W)

6. 200V, 50Hz ಪ.ವಿ ಮೂಲವೊಂದನ್ನು 1H ಪ್ರೇರಕತೆ ಮತ್ತು 10Ω ರೋಧಕಕ್ಕೆ ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.7A)

7. 10μF ನ ಧಾರಕವೊಂದನ್ನು 200V, 50Hz, *AC* ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಹರಿವ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹಾಗೂ ಅದರ ಧಾರಕ ರಿಆಕ್ಟೆನ್ಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.69A, 318, 19Ω)

8. 100Ω ನ ರೋಧಕ, 0.5H ಯ ಪ್ರೇರಕ ಮತ್ತು 15μF ನ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ 200V, 50Hz, *AC* ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ

ಸ್ವಯಂಪ್ರಚೋದನಾ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(114.2Ω)

9. 200V, 50Hz AC ಮೂಲವೊಂದಕ್ಕೆ 50Ωನ ರೋಧಕ, 3H ಯ ಪ್ರೇರಕ ಹಾಗೂ 40μFನ ಧಾರಕಗಳನ್ನು ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಹಾಗೂ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(864.8Ω, 2.67W)

10. 253mH ಪ್ರೇರಕತೆ ಹಾಗೂ 9Ω ರೋಧವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸುರುಳಿಯೊಂದನ್ನು 200V, 50Hz ಪ.ವಿ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದ ಇಂಪೀಡೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(80Ω, 2.75A)

11. ಒಂದು ಸರಣಿ *LCR* ಮಂಡಲವು 100μH ಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು, 0.5μF ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಮಂಡಲದ ಅನುರಣನೆಯ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(22.5kHz)

12. 10H ಪ್ರೇರಕತೆಯುಳ್ಳ ಸುರುಳಿಯನ್ನು 4700pF ಧಾರಕತೆಯುಳ್ಳ ಧಾರಕವೊಂದಕ್ಕೆ ಸರಣಿಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದ ಅನುರಣನೆಯ ಆವೃತ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?

(734 Hz)

13. 100V, 100W ನಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಪರಿವರ್ತಕವೊಂದರ ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿಯು 40 ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವನ್ನು 400V ಗಳಿಗೆ ಏರಿಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರಳಿಯು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾದ ಸುತ್ತುಗಳೆಷ್ಟು? ಪ್ರಧಾನ ಹಾಗೂ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೂ ಸಹ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(160, 1A, 0.25A)

14. ಒಂದು ಏರಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಮಾಣವು 1:60 ಇದ್ದು, ಆದರಿಂದ ಪಡೆದ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವು 13,200V ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ 0.5A ಆಗಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಪ್ರಧಾನ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(220V, 30A)

15. ಇಳಿಕೆ ಪರಿವರ್ತಕವೊಂದನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವವನ್ನು 11,000V ನಿಂದ 220V ಗೆ ಇಳಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿನ ಸುತ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆಯಾದರೆ, ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ವಿಭಾಗ ೫

ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

೧೭. ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಪೀಠಿಕೆ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ

ಸೂಕ್ತವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯ ವಿಧಗಳು

ನಾಲ್ಕು ವಿಧಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಇವೆ.

1. **ಉಷ್ಣ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ :** ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಷ್ಣ ಉತ್ರ್ಸಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.
2. **ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ :** ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯ ಬೆಳಕಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ದ್ಯುತಿ ಉತ್ರ್ಸಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.
3. **ಕ್ಷೇತ್ರ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ :** ಬಲವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಕ್ಷೇತ್ರ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು.
4. **ದ್ವಿತೀಯಕ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ :** ಅತಿ ವೇಗದ ಕಣಗಳು ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತಾಡಿಸಿದಾಗ ಆಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ದ್ವಿತೀಯಕ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

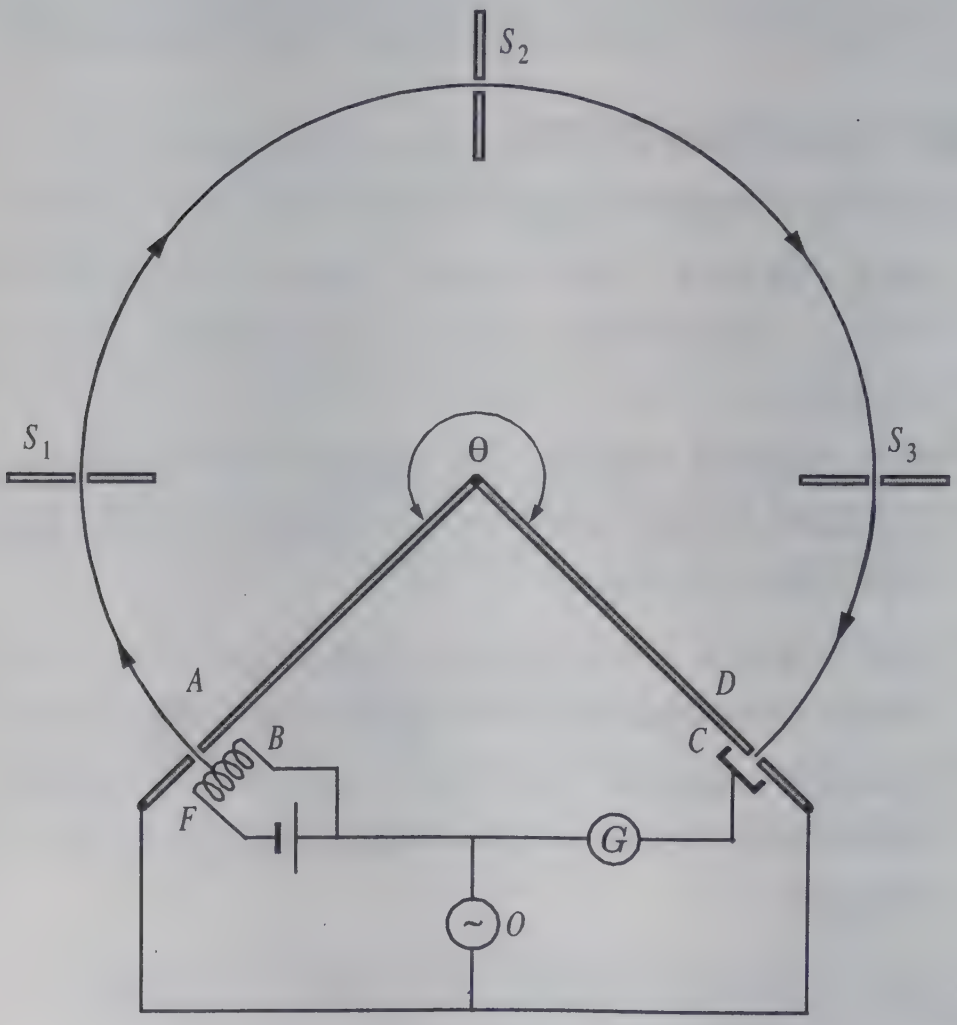
ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ *e/m* ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಡನ್ನಿಂಗ್‌ಟನ್ ವಿಧಾನ

AB ಮತ್ತು *CD* ಗಳು ಅಧಿಕ ಆವೃತ್ತಿಯ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ *O* ಎಂಬ ದೋಲಕ (*oscillator*) ಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾದ ಎರಡು ಜೋಡಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳು (*electrodes*) (ಚಿತ್ರ 17.1). *F* ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬಿಸಿ ತಂತು (filament).

ಮೊದಲ ಅರ್ಧ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು A ಕಡೆಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು A ನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು S_1, S_2, S_3 ಎಂಬ ಮೂರು ಕಿಂಡಿಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ ಕೇವಲ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೃಪ್ತಿಪಡಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮಾತ್ರ ಮೂರೂ ಕಿಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತವೆ. ಉಳಿದವು ಬೇರೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ಬೇರೆಯೇ ತ್ರಿಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸುತ್ತಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ,

$$BeV = \frac{mV^2}{r}$$

ಇಲ್ಲಿ B ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ, r ವೃತ್ತ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು e ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಆವೇಶ.



ಚಿತ್ರ 17.1

ಆದ್ದರಿಂದ, ವೃತ್ತ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜವ, $V = \frac{Ber}{m}$ ... (1)

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು θ ಕೋನವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಅವು *D* ಜಾಲರಿ (*grid*) ಮೂಲಕ *C* ಮಂದಿರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿ ಅವು ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ *G* ನಲ್ಲಿ ವಿಚಲನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿಸಲು ಸಂಪರ್ಕಿಸಿರುವ ದೋಲಕಕ್ಕೇ *D* ಜಾಲವನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು θ ಕೋನವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ ದೋಲಕದ ಅವಧಿ *T* ಗೆ ಅಥವಾ ಅದರ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಿತಕ್ಕೆ (*integral multiple*) ಸಮನಾದ, ಅಂದರೆ *nT* ಅಷ್ಟು ಸಮಯವನ್ನು, ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ ಆಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು *C* ಮತ್ತು *D* ಗಳ ನಡುವಿನ ಋಣ ವಿಭವದಿಂದಾಗಿ ವಿಕರ್ಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ತೋರಿಸುವ ವಿಚಲನೆ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸರಿಹೊಂದಿಸುವ ಮೂಲಕ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈಗ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ *B* ಯಿಂದ *D* ಗೆ ಹೋಗಲು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ = $r\theta$

ಇದೇ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ = $nT = \frac{n}{f}$, ಇಲ್ಲಿ f ಎಂಬುದು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವೃತ್ತಿ.

$$\therefore \quad V = \frac{\text{ದೂರ}}{\text{ಕಾಲ}} = \frac{r\theta f}{n} \qquad \ldots (2)$$

(1) ಮತ್ತು (2) ರಿಂದ, $\frac{Ber}{m} = \frac{r\theta f}{n}$

$$\frac{e}{m} = \frac{\theta f}{nB} \qquad \ldots (3)$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಆವೇಶ ಮತ್ತು ರಾಶಿಗಳ ಅನುಪಾತವನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆವೇಶವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ f, θ, B ಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ $\left({}^{e}/_{m}\right)$ ಅನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾದ $\left({}^{e}/_{m}\right)$ ನ ಬೆಲೆ $1.7597 \times 10^{11}\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$.

ಗಮನಿಸಿ : ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸುವಾಗ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಆಗುವ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಗಮನಿಸಿಲ್ಲ.

ರೋಹಿತ ವಿಧಗಳು

ರೋಹಿತಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ವಸ್ತುವು ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಸುತ್ತದೆಯೇ ಅಥವಾ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ರೋಹಿತವನ್ನು **ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ** ಮತ್ತು **ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ** ಎಂದು ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

1. ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ

ಬಿಸಿಯಾದ ಆಕರವೊಂದು ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮೂರು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

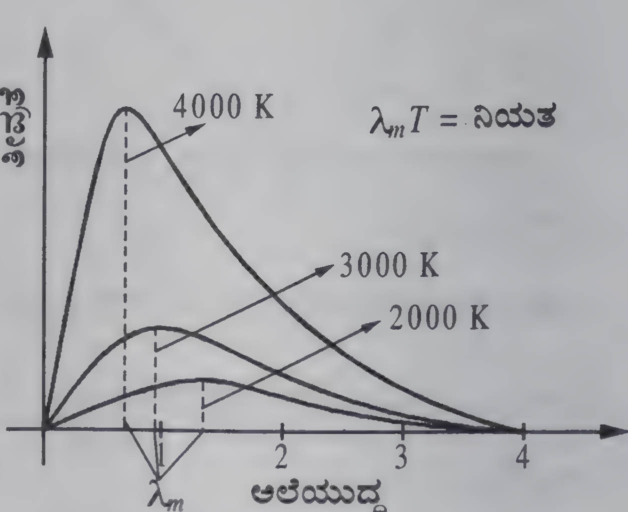
ಅ) ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಉತ್ರ್ಸಜನ ರೋಹಿತ (*continuous emission spectrum*)

ಆ) ರೇಖಾ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ (*line emission spectrum*)

ಇ) ಪಟ್ಟೆ ಉತ್ರ್ಸಜನ ರೋಹಿತ (*band emission spectrum*)

ಅ) ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಉತ್ರ್ಸಜನ ರೋಹಿತ

ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಉತ್ರ್ಸಜನ ರೋಹಿತವು ಎಲ್ಲ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳು ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ ಸತತವಾಗಿ ಮತ್ತು ನಯವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಬಣ್ಣವು ಕ್ರಮೇಣ ಮಾಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ ಮತ್ತೊಂದು ಬಣ್ಣ ಮೂಡುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನಯವಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಬಣ್ಣಗಳ ನಡುವೆ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಸ್ಪಷ್ಟ ಗೆರೆಯೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ರೋಹಿತದ ಪ್ರಕಾಶ ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಏಕರೀತಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ (λ_m) ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆ ನಂತರ ಈ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರದ ಎರಡು ಬದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. λ_m ಕೇವಲ ಆಕರದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ λ_m ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸದಾ ನಿಯತವಾಗಿರುತ್ತದೆ (*constant*). ಈ ನಿಯಮವು ವೀನ್‌ನ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ನಿಯಮ ಎಂದು ಹೆಸರಾಗಿದೆ.

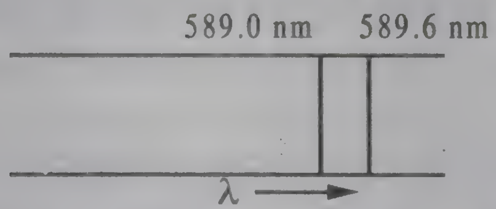


ಚಿತ್ರ 17.2

ಶಾಖದಿಂದ ಬೆಳಗುವ ಘನ ವಸ್ತುಗಳು (ಉದಾ : ಪ್ಲಾಟಿನಮ್ ತಂತಿ), ಬೆಳಗುತ್ತಿರುವ ಮೊಂಬತ್ತಿ, ವಿದ್ಯುತ್ ದೀಪ ತಂತು, ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿರುವ ಆವಿಗಳು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ.

ಆ) ರೇಖಾ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ

ರೇಖಾ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವು ಕಪ್ಪು ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣು ಈ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು 'ಪರಮಾಣು ರೋಹಿತ'ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವು ತನಗೇ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ರೇಖೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸ್ಥಾನ ಆಯಾ ಉತ್ಸರ್ಜಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೋಡಿಯಮ್ ಆವಿ ದೀಪವು ಪರಸ್ಪರ ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ 589.0 nm ಮತ್ತು 589.6 nm ತರಂಗಾಂತರದ ಎರಡು ಹಳದಿ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 17.3) ಇದು ಸೋಡಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಹಿತ. ಅಂದರೆ, ಇದೇ ರೀತಿಯ ಎರಡು ಹಳದಿ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಬೇರಾವುದೇ ಧಾತುವು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಂತೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳು ತಮಗೇ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ರೇಖಾ ರೋಹಿತವು ಆಯಾ ಧಾತುಗಳ ಸಹಿ ಇದ್ದಂತೆ.



ಚಿತ್ರ 17.3 ಸೋಡಿಯಮ್ ರೋಹಿತ

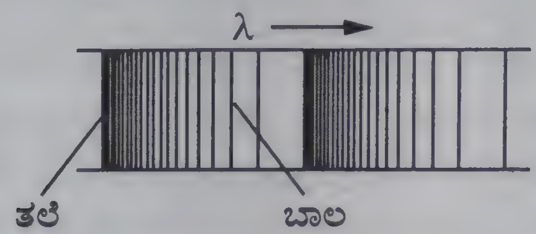
ರೇಖಾ ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳ ಚಾಪ ಮತ್ತು ಕಿಡಿ (*arc and spark*)ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ವಿಸರ್ಜನ ನಳಿಕೆ (*discharge tube*) ಮತ್ತು ಆವಿ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಜ್ವಾಲೆಗಳಿಂದಲೂ ಆಯಾ ಧಾತುಗಳ ರೇಖಾ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ರೇಖಾ ರೋಹಿತದ ಅಧ್ಯಯನವು ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲುತ್ತದೆ. ರೋಹಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ರೇಖಾ ರೋಹಿತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ತುಂಬಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಕಶ್ಮಲಗಳನ್ನು ಸಹ ರೋಹಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

ಇ) ಪಟ್ಟೆ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ

ಪಟ್ಟೆ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವು ಕಪ್ಪು ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಪಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆಗಳ ಒಂದು ತುದಿ ತುಂಬಾ ಪ್ರಕಾಶಮಯವಾಗಿಯೂ

ಮತ್ತು ಸ್ಫುಟವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 'ತಲೆ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪಟ್ಟೆಗಳ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯ ಪ್ರಕಾಶ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿಸರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 'ಬಾಲ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪಟ್ಟೆ ರೋಹಿತವನ್ನು ಅಧಿಕ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವಲೋಕಿಸಿದರೆ ಪಟ್ಟೆಗಳ ತಲೆ ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರದ ಅಸಂಖ್ಯರೇಖೆಗಳನ್ನು ಅಡಕವಾಗಿ ಹೊಂದಿರುವ ಅಣು (*molecular*) ದೃಗ್‌ರೋಹಿತ. ಅದೇ ರೀತಿ ಬಾಲವು ಅನೇಕ ರೇಖೆಗಳಿಂದಲೇ ಉಂಟಾಗಿರುತ್ತದೆಯಾದರೂ ಇಲ್ಲಿ ರೇಖೆಗಳ ದಟ್ಟಣೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 17.4).



ಚಿತ್ರ 17.4

ಅಣುಗಳ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಸುತ್ತುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಪಟ್ಟೆ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು 'ಅಣು ರೋಹಿತ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವು ಸಮಾಂತರ ದಾರಿ ಅಥವಾ ತೋಡುಗಳಂತೆ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು "ಸಮಾಂತರ ತೋಡು ರೋಹಿತ" ಅಥವಾ ಇಂಗ್ಲೀಷ್‌ನಲ್ಲಿ ಫ್ಲೂಟೆಡ್ ರೋಹಿತ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

2. ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ

ದೀಪ್ತ ಆಕರವು ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಫಲಿತ ರೋಹಿತವು ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮೂರು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಅ) ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ (*continuous absorption spectrum*)

ಆ) ರೇಖಾ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ (*line absorption spectrum*)

ಇ) ಪಟ್ಟೆ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ (*band absorption spectrum*)

ಅ) ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ

ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಆಕರವೊಂದರಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಆಕರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಘನ ಅಥವಾ ದ್ರವ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ ಬರುತ್ತದೆ. ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಬಂದ ಬೆಳಕಿನ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಹೀರಿಕೆ ಪದಾರ್ಥವು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾದ ಬಣ್ಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಳಿದವು ಕಾಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಸುರು ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ಹಸುರು ಬಣ್ಣವೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದೆಲ್ಲವು ಹೀರಿಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ರೋಹಿತವು ಕೇವಲ ಹಸುರು ವಲಯವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀರಿಕೆಯು ಹೀರಿಕೆ ಪದಾರ್ಥದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ಆ) ರೇಖಾ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ

ರೇಖಾ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತವು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಬೆಳಕಿನ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕನ್ನು ಅನಿಲಗಳು ಅಥವಾ ಆವಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಇವುಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಗಳು ಆಯಾ ಹೀರಿಕೆ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕಿರ್ಖಫ್‌ನ ವಿಕಿರಣ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಹೀರಿಕೆ ವಸ್ತುವು ಬಿಸಿಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಯಾವ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಅವೇ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಅದು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಣ್ಣಗಿದ್ದಾಗ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅದು ಬೇರಾವುದೇ ಬಣ್ಣದ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೋಡಿಯಮ್ ಬಿಸಿಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಎರಡು ಹಳದಿ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಉಂಟಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅವೇ ಎರಡು ಹಳದಿ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಅದು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಣ್ಣಗಿದ್ದಾಗ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಇ) ಪಟ್ಟೆ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ

ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಕೊಡುವ ಆಕರದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಣ್ಣಗೊಳಿಸಿದ ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನ ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಪಟ್ಟೆ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ಕಾಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅದನ್ನು ಪದಾರ್ಥವು ಹೀರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪೊಟಾಸಿಯಮ್ ಪರ್ಮ್ಯಾಂಗನೇಟ್‌ನ ದ್ರಾವಣವು ಹಸುರು ವಲಯದಲ್ಲಿ ಐದು ಹೀರಿಕೆ ಪಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಉಂಟಮಾಡುತ್ತದೆ.

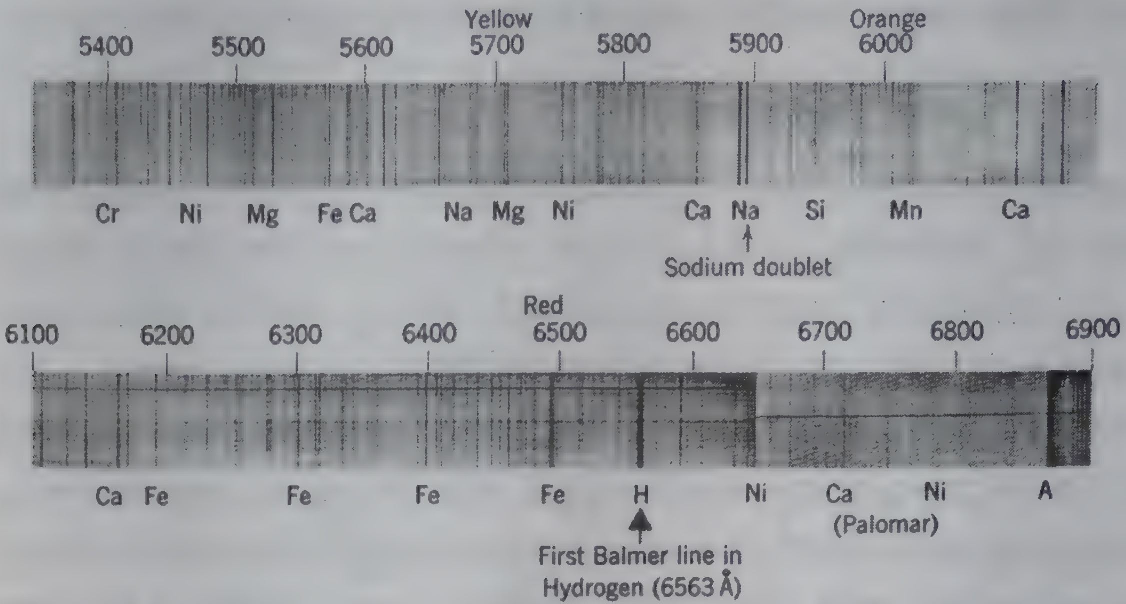
ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳು

ಸೌರ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅನೇಕ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

1802ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲಿಯಮ್ ವೊಲ್ಲಾಸ್ಟನ್ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲಿಗೆ ಈ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿದ. 1804ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನ್ ದೃಗ್ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜೊಸೆಫ್ ವಾನ್ ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ (1787 - 1826) ಈ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಸುದೀರ್ಘ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ. ಈ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವ ರೇಖೆಗಳನ್ನು *A, B, C, D, E, F, G* ಮತ್ತು *H* ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದ. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಅನೇಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಸೂರ್ಯನ ತಾಪದೀಪ್ತ ದ್ಯುತಿವಲಯದಿಂದ ಬಿಳಿ ಬೆಳಕು ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಣ್ಣಗಿರುವ ವಾತಾವರಣವು ಈ ವಲಯವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದಿದೆ. ಸೌರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಧಾತುಗಳು ಅನಿಲ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇವೆ.



ಚಿತ್ರ 17.5

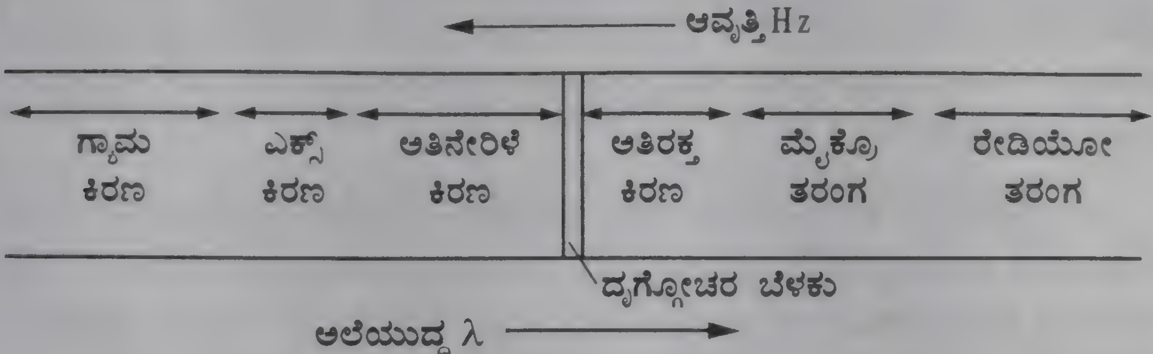
ಸೂರ್ಯನ ತಾಪದೀಪ್ತ ಭಾಗವು ಎಲ್ಲಾ ತರಂಗ ದೂರದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳಕು ಸೌರ ವಾತಾವರಣದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಬರುವಾಗ ಕೆಲವು ಅಲೆಯುದ್ದದ ಬೆಳಕನ್ನು ಅಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಪರಿಣಾಮವೇ ಈ ರೇಖೆಗಳು. ಈ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಗಳು ಸೌರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೇಖೆಗಳೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಹೀಲಿಯಮ್ ಎಂಬ ಹೊಸ ಧಾತುವು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು - ಅದನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕೂ ಮುನ್ನ.

ಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಬಿಂಬವು ಸೂರ್ಯ ಬಿಂಬವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮರೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆಗ ಹೊರ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ಅನಿಲಸ್ತರಗಳಿಂದ ಹೊರಟದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗಿ ಗ್ರಹಣಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಕಪ್ಪಗಿದ್ದ ಎಲ್ಲಾ ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳೂ ಒಮ್ಮೆಲೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪ್ರಜ್ವಲನ ರೋಹಿತ (*flash spectrum*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮರೆಯಾಗಿದ್ದ ಸೂರ್ಯಬಿಂಬದ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಕಾಣಿಸಿದರೂ ಸಾಕು, ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ ಮತ್ತೆ ಹಿಂದಿನ ರೇಖಾ ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ರೋಹಿತ

ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಮತ್ತು ಅಂತರಾವಲಂಬಿಯಾಗಿರುವ ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಚಲನೆಯ ಪರಿಣಾಮದಿಂದಾಗುವ ಅಲೆಗಳ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ತುಂಬಾ ವಿಶಾಲ. ತರಂಗ ದೂರ ಅಥವಾ

ಆವೃತ್ತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ತರಂಗ ದೂರ ಅಥವಾ ಆವೃತ್ತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹರಡಲಾದ ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ರೋಹಿತ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 17.6

ಚಿತ್ರ 17.6 ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನಾಧರಿಸಿ ರಚಿಸಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿರುವ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ತೀರ ಖಚಿತವಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ತರಂಗಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಲಯಗಳು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಅತಿವ್ಯಾಪನೆಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ

ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣ

ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಆವೃತ್ತಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 3×10^{20} ಯಿಂದ 3×10^{19} Hz

ಕೆಲವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಾಗುವ ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಹೊರ ಅವಕಾಶ (ದೇಶ) ದಿಂದ ಹರಿದು ಬರುವ ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಬಹುಮುಖ್ಯ ಆಕರಗಳಾಗಿವೆ. ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುಗಳು ಕೂಡ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತವೆ.

ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಅಧಿಕ ವೇಧಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವು ಅಂಗಾಂಶಗಳಿಗೆ ತುಂಬಾ ಹಾನಿಕರ. ಅವು ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ (*fluorescence*), ಅನುದೀಪ್ತಿ (*phosphorescence*), ಅಯಾನೀಕರಣ ಮತ್ತು ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಅವುಗಳನ್ನು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು, ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು, ವಸ್ತುಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಮತ್ತು ಲೋಹಗಳ ಎರಕದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ದೋಷಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪಾಲ್‌ಉಲ್‌ರಿಚ್ ವಿಲ್ಲಾರ್ಡ್ 1900ರಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ.

ಎಕ್ಸ್ - ಕಿರಣ

ಎಕ್ಸ್ - ಕಿರಣಗಳ ಆವೃತ್ತಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 3×10^{19} ರಿಂದ 3×10^{16} Hz.

ಭಾರ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಧಿಕ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಒಂದು ಘನ ಲಕ್ಷ್ಯ (*target*)ಕ್ಕೆ ಬಡಿದಾಗಲೂ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳು ಘನ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬಲ್ಲವು. ಅವು ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಆಯಾನೀಕರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಅವು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕವನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಬಹಳಷ್ಟು ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳು ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅವು ವ್ಯತಿಕರಣ, ವಿವರ್ತನೆ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

ಅವುಗಳನ್ನು ಮೂಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಬಿರುಕನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, ಮಾನವನ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡ ಅನ್ಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು, ಮಾರಕ ಗಂತಿಗಳನ್ನು ನಾಶಪಡಿಸಲು, ಚರ್ಮ ರೋಗವನ್ನು ವಾಸಿಮಾಡಲು, ಬೆಸೆಯುವಿಕೆ, ಎರಕ ಹೊಯ್ಯುವಿಕೆ ಮತ್ತು ರಬ್ಬರ್ ಟೈರ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ದೋಷಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾಗ ಬಿರುಕುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಮತ್ತು ನೈಜ ರತ್ನಗಳನ್ನು ಕೃತಕ ರತ್ನಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಹ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಚಿಪ್ಪಿನಲ್ಲಿರುವ ಮುತ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು, ಸರಕು ಸಾಗಣೆಯಲ್ಲಿ ನಿಷಿದ್ಧ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಅಂಚೆ ಭಾಂಗಿಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಕೂಡ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಜರ್ಮನಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲ್ಹೆಮ್ ಕೊನ್ರಾಡ್ ರಾಂಟ್ಜನ್ (1845 - 1923) 1865ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ.

ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳು

ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ ಆವೃತ್ತಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 3×10^{16} ರಿಂದ 3×10^{14} Hz. 3000°C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಸಿ ವಸ್ತುಗಳು ಸೂಸುವ ವಿಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯ ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಕರ. ಅವು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ ಶಕ್ತಿ ವಿನಿಮಯವಾದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಛಾಪ ದೀಪಗಳು, ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಆವಿ ದೀಪ ಮತ್ತು ವಿಸರ್ಜನ ನಳಿಕೆಗಳು ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ ಕೆಲವು ಕೃತಕ ಆಕರಗಳಾಗಿವೆ.

ಫೋಟೋಗ್ರಫಿ, ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ, ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಅನುದೀಪ್ತಿಗಳು ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲವು.

ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕವನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತವೆ, ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ ಅಯಾನೀಕರಣ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸುತ್ತವೆ. ಬಹಳಷ್ಟು ಪದಾರ್ಥಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಗಾಜು ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅವು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಅವುಗಳನ್ನು ಎಲುಮುರುಟು ರೋಗ (ರಿಕೆಟ್ಸ್) ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಮೂಳೆ ರೋಗಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ದಾಖಲೆ ಪತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿರಬಹುದಾಗ ಫೋರ್ಜರಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿನ ಕಲೆಬೆರೆಕೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಲು, ಕೃತಕ ಮತ್ತು ನೈಜ ರತ್ನಗಳ ಪತ್ತೆಗೆ, ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ನೀರನ್ನು ಕ್ರಿಮಿಶುದ್ಧೀಕರಣ (ಸ್ಟರಿಲೈಸ್)ಗೊಳಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಿಟಮಿನ್-ಡಿಯನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಧಿಕ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಖನಿಜಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇವುಗಳ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಜರ್ಮನಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜೊಹಾನ್ ವಿಲ್ಹೆಮ್ ರಿಟ್ಟರ್ (1776 - 1810) ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳನ್ನು 1801 ರಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿದ

ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕು

ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕು ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. 8×10^{14} ರಿಂದ 4×10^{14} Hz. ಇದು ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಕ್ಷಿಪಟವನ್ನು ಚೋದಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನೆಗೆತದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯ ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಕರ. ಬಲ್ಬ್‌ಗಳು, ಟ್ಯೂಬ್ ಲೈಟ್‌ಗಳು ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನ ಇತರೆ ಆಕರಗಳು.

ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಆಗುಮಾಡಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಫಲನ, ವಕ್ರೀಭವನ, ವ್ಯತಿಕರಣ, ವಿವರ್ತನೆ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕರಣ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಅತಿರಕ್ತ ವಿಕಿರಣ

ಅತಿರಕ್ತ ವಿಕರಣದ ಆವೃತ್ತಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 4×10^{14} ರಿಂದ 8×10^{10} Hz. ಈ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಥರ್ಮೋಪೈಲ್ ಅಥವಾ ವಿಶೇಷ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಿಲ್ಮ್‌ನಿಂದ ಪತ್ತೆಮಾಡಬಹುದು.

ಸೂರ್ಯ ಅತಿರಕ್ತ ವಿಕಿರಣದ ಒಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಕರ. ಇದು ಪರಮಾಣುಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಸಣ್ಣ ಮಟ್ಟದ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳ ಕಂಪನದಿಂದಲೂ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಬಿಸಿ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಅತಿರಕ್ತ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸೂಸುತ್ತವೆ.

ಅತಿರಕ್ತ ವಿಕಿರಣ ಪ್ರತಿಫಲನ, ವಕ್ರೀಭವನ, ಧ್ರುವೀಕರಣ ಮುಂತಾದ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಗಾಜು ಅವುಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ಬಲವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅವು ದಟ್ಟವಾದ ಮಂಜು ಮತ್ತು ನೀರಾವಿಯನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬಲ್ಲವು.

ಅತಿರಕ್ತ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಛಾಯಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಲು, ದಾಖಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ನಕಲಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಸಂಕೀರ್ಣ ಅಣುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೂ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆರೋಗ್ಯಕರ ಬೆಳೆಯ ಪತ್ತೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಲಕ್ವ ಮತ್ತು ಉಳುಕುಗಳನ್ನು ಉಪಚರಿಸಲು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲಿಯಮ್ ಹರ್ಷಲ್ (1738 - 1822) ಅತಿರಕ್ತ ವಿಕಿರಣವನ್ನು 1800ರಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿದ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು

ಈ ತರಂಗಗಳ ಆವೃತ್ತಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 8×10^{10} ರಿಂದ 3×10^{3} Hz.

ಇವುಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್‌ದೋಲಕ (*oscillator*) ಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೈಕ್ರೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ರಡಾರ್, ಟೆಲಿಮಿಟ್ರಿ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಭ್ರಮಣ ಅನುರಣನ ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಜರ್ಮನಿಯ ಹೀನ್‌ರಿಚ್ ಹರ್ಟ್ಸ್ (1857 - 1894) ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು 1888ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಿದ. ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಂಡ್ರೆ ಜಿ. ಕ್ಲಾವಿಯರ್ 1930ರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್‌ಗಳ ತುದಿಗಳ ನಡುವೆ ಮೊದಲ ಮೈಕ್ರೊವೇವ್ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು/ಎರಡು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎಂದರೇನು ?
2. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೆ ಬಳಸುವ ಎರಡು ವಿಧಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

3. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆವೇಶವೆಂದರೇನು ?

4. ರೋಹಿತದ ಎರಡು ವಿಧಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

5. ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ ನೀಡುವ ಎರಡು ಆಕರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

6. ರೇಖಾ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ ನೀಡುವ ಎರಡು ಆಕರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

7. ಪಟ್ಟೆ ಉತ್ಸರ್ಜನವು ವಸ್ತುವಿನ ಯಾವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ ?

8. 'ಪರಮಾಣು ರೋಹಿತ'ವು ಯಾವ ರೀತಿಯ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೋಹಿತ ?

9. ಹೀರಿಕೆ ರೋಹಿತದ ಮೂಲ ವಿಂಗಡಣೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

10. ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಸುರು ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗಿನ ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

11. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳೆಂದರೇನು ?

12. ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ರೇಖೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಯಾವ ಧಾತುವನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

13. ಪ್ರಜ್ವಲನ ರೋಹಿತವೆಂದರೇನು ?

14. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಲು ಯಾವರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಬೇಕು ?

15. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಆವೃತ್ತಿ ಪಟ್ಟೆ (band)ಯ ಹೆಸರೇನು ?

16. ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಎರಡು ಬಹುಮುಖ್ಯ ಆಕರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

17. ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಕರ ಯಾವುದು ?

18. ಅತಿನೇರಿಳೆ ಕಿರಣಗಳ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

19. ಅತಿರಕ್ತ ಕಿರಣಗಳ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

20. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಉತ್ಪಾದಿಸಿದವರು ಯಾರು ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆವೇಶವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಡನ್ನಿಂಗ್‌ಟನ್ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಡನ್ನಿಂಗ್‌ಟನ್ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

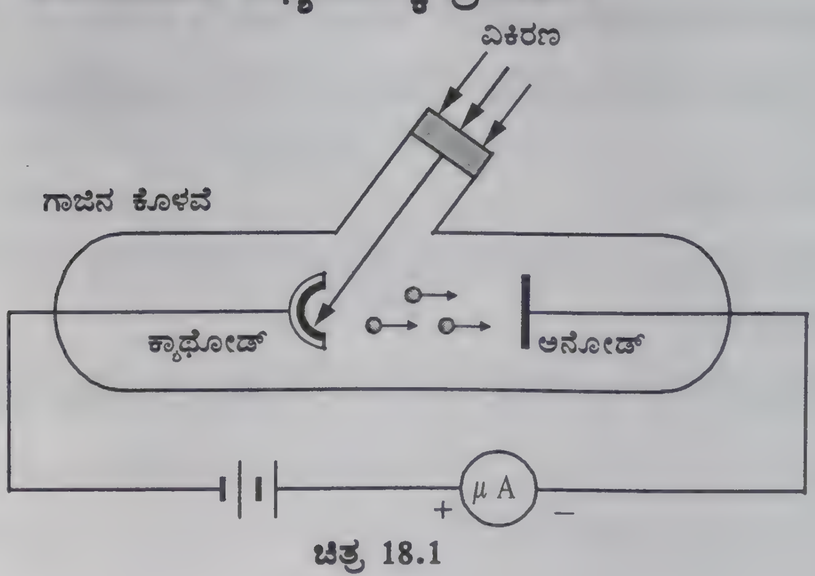
೧೮. ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ

ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣವು ಕೆಲವು ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿವರಣೆ : ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳ ಮೇಲೆ ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯ ಬೆಳಕು ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣ ಬಿದ್ದಾಗ ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಬೀಳುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ; ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿಸಂವೇದಿ ವಸ್ತುಗಳು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನ ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ 'ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿ' ಯು ಒಂದೊಂದು ಲೋಹಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ಬೆಲೆಯದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೋಡಿಯಮ್, ಪೊಟಾಸಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಲಿಥಿಯಮ್ ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿಗೇ ದ್ಯುತಿಸಂವೇದಿಯಾಗಿವೆ ; ಸತು (ಜಿಂಕ್) ಅತಿನೇರಿಳೆ ಬೆಳಕಿಗೆ.

ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು. ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ತೆ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್.

ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗ



ಚಿತ್ರ 18.1

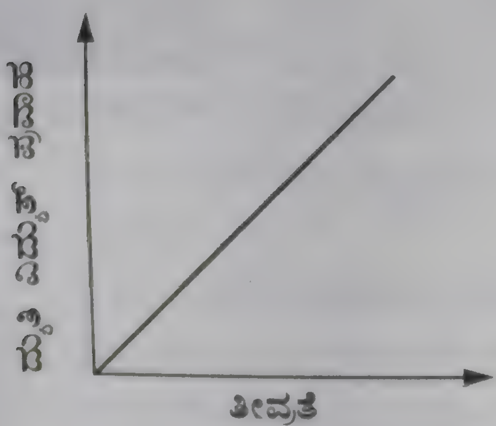
K ದ್ಯುತಿಸಂವೇದಿ ಕ್ಯಾಥೋಡ್. *A* ಅನೋಡ್. ಇವುಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಬ್ಯಾಟರಿ *B* ಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. (ಚಿತ್ರ 18.1). *K* ಮತ್ತು *A* ಗಳೆರಡನ್ನೂ ನಿರ್ವಾತಗೊಳಿಸಿದ ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆ *G* ಯೊಳಗೆ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾದ ಮೈಕ್ರೊಅಮ್ಮೀಟರ್ *M* ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ತಡೆಯುಳ್ಳ ಪಾರ್ಶ್ವ ಕೊಳವೆ *T* ಮೂಲಕ ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣವು ಕ್ಯಾಥೋಡ್ ಮೇಲೆ ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗ *K* ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಇವು *A* ಕಡೆಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಮೈಕ್ರೊಆಮ್ಮಿಟರ್ ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

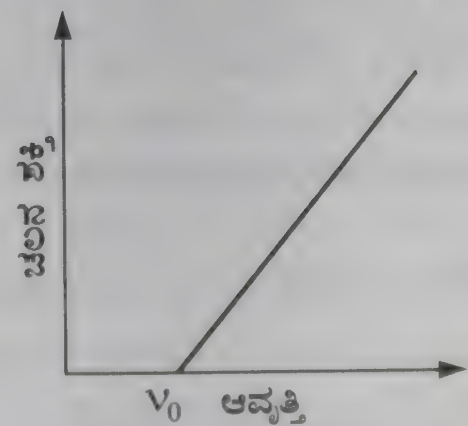
ಪ್ರಯೋಗಾವಲೋಕನಗಳು

ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕೆಳಗಿನ ಅವಲೋಕನಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ.

1. ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವು ತತ್‌ಕ್ಷಣ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿದೆ. ವಿಕಿರಣವು ಕ್ಯಾಥೋಡ್‌ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ತಕ್ಷಣ ಮೈಕ್ರೊಆಮ್ಮೀಟರ್ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ದಾಖಲಿಸುತ್ತದೆ.
2. ಕ್ಯಾಥೋಡ್ ಮೇಲೆ ಅಪಾತಿಸಲಾದ ವಿಕಿರಣದ ಆವೃತ್ತಿಯು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕನಿಷ್ಠ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವೃತ್ತಿ (*threshold frequency*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದ್ಯುತಿಸಂವೇದಿಯೂ ತನ್ನದೆ ಆದ ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.
3. ದ್ಯುತಿಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತೀವ್ರತೆ ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣ (*incident radiation*) ದ ತೀವ್ರತೆ (*intensity*) ಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 18.2*a*).
4. ದ್ಯುತಿಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ಆವೃತ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ರೇಖೀಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 18.2*b*). ಅದು ಆಪಾತ ಆವೃತ್ತಿಯ ತೀವ್ರತೆಯಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರ.



ಚಿತ್ರ 18.2 *a*



ಚಿತ್ರ 18.2 *b*

ಬೆಳಕಿನ ಫೋಟಾನ್ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ವಾದದಿಂದ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಆಗ **ಅಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್** ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೇರೊಂದು ಕೋನದಿಂದ ನೋಡಿದರು. ಆ ವೇಳೆಗಾಗಲೆ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕ್ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಶಕ್ತಿ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಪೊಟ್ಟಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಣ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದರು. ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯೂ ಕ್ವಾಂಟೈಸ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಪೊಟ್ಟಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನೆ ನಾವಿಂದು ಫೋಟಾನ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಫೋಟಾನ್ ಎಂಬುದು ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಶಕ್ತಿ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್, ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಪದಾರ್ಥಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು $h\nu$ ಶಕ್ತಿಯ ಫೋಟಾನುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಹಾಗೆ ಮುಂದುವರಿದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್, ಫೋಟಾನ್ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದರು.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣ

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ಪ್ರಕಾರ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆಯು ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣ ಮತ್ತು ಲಕ್ಷ್ಯವಸ್ತುವಿನ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಒಂದು ಸರಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆ. $h\nu$ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಫೋಟಾನ್ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಅದು ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅದು ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ : (1) ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಲು ಮತ್ತು (2) ಒಂದಿಷ್ಟು ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ದೂರ ಹಾರಿಹೋಗಲು. ಮೇಲ್ಮೈ ಇಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಗೆ ಕಾರ್ಯಫಲನ (*work function W*) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಉಳಿದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ V ವೇಗದೊಂದಿಗೆ ಮುಂಚಲಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆಗ



ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ಅದರ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ $\frac{1}{2}mV^2$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ m ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿ.

ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮಾನುಸಾರ, $$\boxed{h\nu = W + \frac{1}{2}mV^2}$$

ಇದೇ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣ.

ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ವಿವರಣೆ

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣವು ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. $W = h\nu_0$ ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಹೀಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು :

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mV^2$$

1. ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಡುವಿನ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯನ್ನು ಎರಡು ಸೂಕ್ಷ್ಮಕ್ರಣಗಳ ನಡುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಆಗ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆಯು ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಾದ ಕ್ಷಣದಲ್ಲೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯು ತತ್‌ಕ್ಷಣ ನಡೆಯುವ ವಿದ್ಯಮಾನ.

2. $h\nu < w$ ಆಗಿದ್ದಾಗ, ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಸಂಗತ ಆದ್ದರಿಂದ, ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ಶಕ್ತಿಯು W ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ W ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಮೇಲ್ಮೈನ ಕಾರ್ಯಫಲನವಾಗಿದೆ.

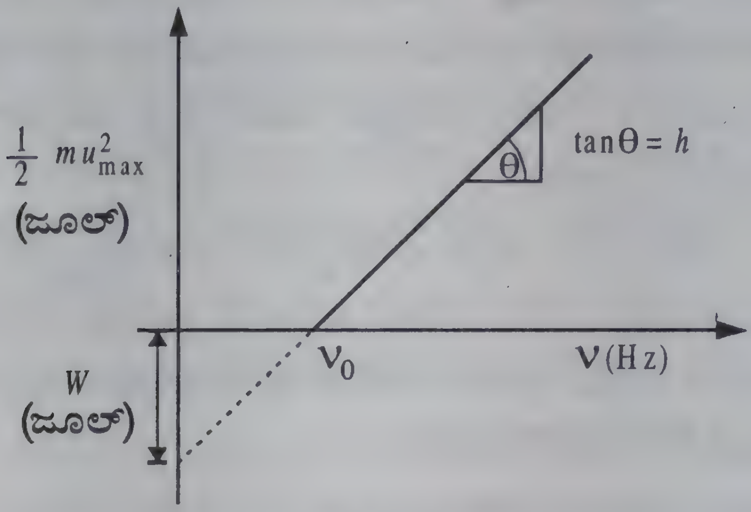
   ಆವೃತ್ತೀಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, $h\nu < h\nu_0$ ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಆವೃತ್ತಿಯು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆವೃತ್ತಿ ν_0 ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ν_0 ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವೃತ್ತಿಯಾಗಿದೆ. ಇದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದೆ.

   $h\nu = W$ ಅಥವಾ $\nu = \nu_0$, ಆಗ ದ್ಯುತಿಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅದರ ವೇಗ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕೇವಲ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ಈ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಆವೃತ್ತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳಿಸುವಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಇರುತ್ತದೆ.

3. $h\nu > W$ ಅಥವಾ $\nu > \nu_0$ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಆಗ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಗೊಂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ $h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2}mV^2$ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ W ಮತ್ತು ν_0 ಗಳು ನಿಯತಾಂಕಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಆವೃತ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೇಗೆಂದರೆ, $E = nh\nu$. ಆದ್ದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಜೊತೆ ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವ ಫೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕೂಡ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕೂಡ ಜಾಸ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ.

ನಿರೂಪಣೆಗಳು

ಆನೋಡ್ A ಅನ್ನು K ಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಋಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ, A ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೂ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ತಕ್ಷಣ ಸೊನ್ನೆಗೆ ಇಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಕೆಲವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅವು ಆನೋಡ್‌ನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ ಎಂದಾಯಿತು. A ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಋಣಗೊಳಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 18.3) ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆನೋಡಿನ ಋಣ ವಿಭವವನ್ನು ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವ (*stopping potential* - V_s) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 18.3

ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಆನೋಡಿನ ಕನಿಷ್ಟ ಋಣ ವಿಭವವು ಏನಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅದನ್ನು ನಿರೋಧ (ನಿಲುಗಡೆ) ವಿಭವ (V_S) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗರಿಷ್ಟ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು :

$$\boxed{\frac{1}{2} m V^2_{\max} = e V_s}$$

ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ಯಾವ ಗರಿಷ್ಠ ಆವೃತ್ತಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲವೋ ಅದನ್ನು ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ (ν_0) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ಯಾವ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತರಂಗದೂರದಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲವೋ ಅದನ್ನು ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ (λ_0) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವೃತ್ತಿ ಅಥವಾ ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಫಲನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಲಷ್ಟೆ ಆಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಫಲನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ (W).

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. $1eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J

ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳು

ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

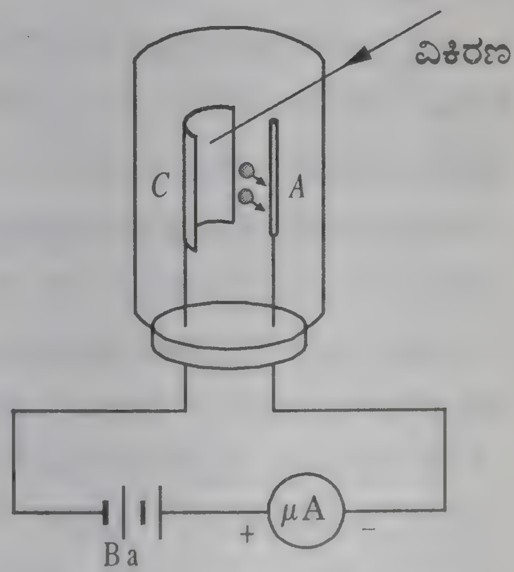
ಮೂರು ವಿಧದ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳಿವೆ :

1. ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಕೋಶಗಳು (*photoemissive cell*)
2. ದ್ಯುತಿವಿಭವ ಕೋಶಗಳು (*photovoltaic cell*)
3. ದ್ಯುತಿವಾಹಕ ಕೋಶಗಳು (*photo conductive cell*)

1) ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಕೋಶಗಳು

ತತ್ವ : ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಸೂಕ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣ ಬಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ : ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಮಾಡಲಾದ ಕ್ಯಾಥೋಡ್ K ಮತ್ತು ಆನೋಡ್ A ಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತಗೊಳಿಸಿದ ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆ G ಯೊಳಗೆ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿಕಿರಣವು ಕ್ಯಾಥೋಡ್ ಮೇಲೆ ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗ (ಚಿತ್ರ 18.4) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅವು A ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಯಾವುದಾದರೂ ಜಡಾನಿಲವನ್ನು ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಸಿದರೆ, ಆಯಾನೀಕರಣದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. M ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

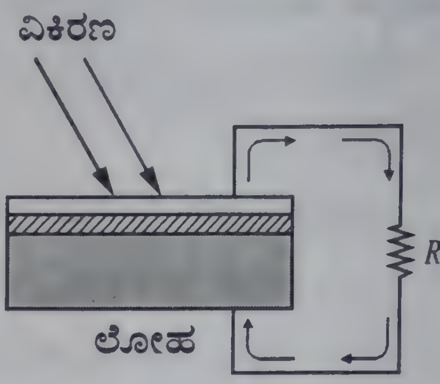


ಚಿತ್ರ 18.4 ದ್ಯುತಿಉತ್ಸರ್ಜಕ ಕೋಶ

2) ದ್ಯುತಿವಿಭವ ಕೋಶ

ತತ್ವ : ಸೂಕ್ತ ಆವರ್ತದ ವಿಕಿರಣವು ಅರೆವಾಹಕದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಾಂತರ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕೋಶಗಳಿಗೆ ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಅಗತ್ಯ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಕೋಶವೇ ಇಎಂಎಫ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ : ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಾಮ್ರದ ಫಲಕವಿರುತ್ತದೆ (*P*). ಅದರ ಒಂದು ಮುಖ ಅಕ್ಸಿಡೀಕೃತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 18.5). ಅಕ್ಸಿಡೀಕೃತ ಪದರದ ಮೇಲೆ ಬೆಳ್ಳಿ ಅಥವ ಚಿನ್ನದ ತೆಳುಪೊರೆಯ (*F*) ಲೇಪವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಒಂದು ಲೋಹದ ತಳಪಾಯ (*B*) ದ ಮೇಲೆ ಕೂಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಅಕ್ಸಿಡೀಕೃತ ಪದರದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅವು ಬೆಳ್ಳಿ ಪೊರೆಯ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸಿ ಅದನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅಕ್ಸೈಡ್ ಪದರವು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

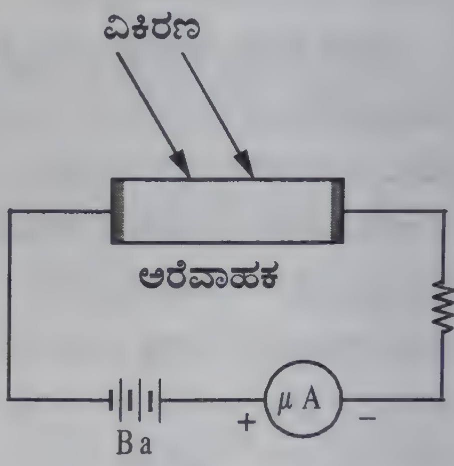


ಚಿತ್ರ 18.5

3) ದ್ಯುತಿವಾಹಕ ಕೋಶ

ತತ್ವ : ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಕೆಲವು ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವಿದ್ಯುತ್‌ರೋಧವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ : ಇದರಲ್ಲಿ ತೆಳುವಾದ ಅರೆವಾಹಕ ಪದರ (*S*) ವನ್ನು ಒಂದು ಪಾರದರ್ಶಕ ಲೋಹದ ಪೊರೆ (*T*) ಮತ್ತು ದಪ್ಪವಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ತಟ್ಟೆ (*P*) ಗಳ ನಡುವೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 18.6) ವಿಕಿರಣವು ಲೋಹದ ಪೊರೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಅರೆವಾಹಕದ ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದು ವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಕೂಡ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 18.6

ದ್ಯುತಿಕೋಶಗಳ ಉಪಯೋಗ

ದ್ಯುತಿಕೋಶಗಳ ನೂರಾರು ಉಪಯೋಗಗಳ ಹಿಂದಿರುವ ಮೂಲ ತತ್ವವೇ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ. ಶಾಖ ಅಥವಾ ಬೆಳಕಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣವು ದ್ಯುತಿಕೋಶದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ

ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ದ್ಯುತಿಕೋಶಗಳನ್ನು (1) ಬೆಂಕಿ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ (2) ಸೌರಬ್ಯಾಟರಿಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು (3) ಕಾಗದದ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಗದದ ದಪ್ಪವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು (4) ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಬಾಗಿಲುಗಳಲ್ಲಿ (5) ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲು (6) ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಟ್ರಾಫಿಕ್ ಸಿಗ್ನಲ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (7) ಕುಲುಮೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸ್ವಯಂ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು (8) ಸಿನೆಮ ಮತ್ತು ದೂರದರ್ಶನಗಳಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ 'ಮೂಕಿ'ಯಾಗಿದ್ದ ಸಿನೆಮ'ಟಾಕಿ' ಆದದ್ದೇ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ 3×10^{15} K Hz ಇರುವ ಒಂದು ಲೋಹದ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾರ್ಯ ಫಲನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಲೆಕ್ಕದ ಪ್ರಕಾರ $\nu_0 = 3\times10^{15}\,\text{Hz}$

$$W = h\nu_0 = 6.625\times10^{-34}\times3\times10^{15}$$

$$= 19.875\times10^{-19}\,\text{J} = \frac{19.875\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = \mathbf{12.42eV}$$

2. ತಾಮ್ರದ ಕಾರ್ಯಫಲನ 4.47*eV* 2500 Å ವಿಕಿರಣವನ್ನು ತಾಮ್ರದ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಹೊರಬರುವ ದ್ಯುತಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$W = 4.47\text{eV},\ \lambda = 2500\,\text{Å} = 2500\times10^{-10}\text{m},\ KE = ?$$

$$KE = \frac{hc}{\lambda} - w = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{550\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}$$

$$= 4.97 - 4.47 = \mathbf{0.5eV}$$

3. 1.8 eV ಕಾರ್ಯಫಲನ ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ 500 nm ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕು ಅಪಾತಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ.

1) ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ, 2) ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ, 3) ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ, 4) ಚಲನ ಶಕ್ತಿ, 5) ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

1) ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{550\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}$

2) ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ $W = h\nu_0,\ \nu_0 = \frac{W}{h} = \frac{1.9\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}$

$= 4.585\times10^{14}$ Hz

3) ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ, $\lambda_0 = \frac{hc}{w} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10}{1.9\times1.6\times10^{-19}}$

$= 6.542\times10^{-7}$m

4) ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ $= h\nu - w = 2.26 - 1.9 = 0.36eV$

5) ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವ, $V_s = \frac{\text{ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ}}{e} = \frac{036eV}{e} = 0.36V$

4. ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥದ ಕಾರ್ಯಫಲನವು 4eV. ಅದನ್ನು ಒಂದಾದ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ 2300 Å ಮತ್ತು 4300 Å ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದರೆ ಯಾವಾಗ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸಜನೆ ಆಗುತ್ತದೆ ?

$\lambda_1 = 2300$ Å $= 2300\times10^{-10}$m, $\lambda_2 = 4300$Å $= 4300\times10^{-10}$m

1) $\lambda_1 = 2300$ Å ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ

$$E_1 = h\nu_1 = \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2300\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}}$$

$= 5.4$eV

2) $\lambda_1 = 2300$Å ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ

$$E_2 = h\nu_2 = \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4300\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}}$$

= 2.9 eV

ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗಬೇಕಾದರೆ, $E > W$ ಇರಬೇಕು. ಮೊದಲ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ, $E_1 > W$ ಇದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 2300Å ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಎರಡನೆ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ, $E_2 > W$ ಆದ್ದರಿಂದ 4300 Å ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

5. **ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕದ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಗರಿಷ್ಠ 2.2×10^6 m/s ವೇಗವುಳ್ಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ.** e/m = 1.8×10^{11} C/kg ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$V_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} = 2.2 \times 10^6 \text{ m/s}, \quad e/m = 1.8\times10^{11}\text{G/kg}, \quad V_s = ?$$

$$\frac{1}{2}mV^2_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} = {}_eV_s \text{ ಅಥವಾ } V_s = \frac{mV^2\text{ಗರಿಷ್ಠ}}{2e}$$

$$= \frac{V^2\text{ಗರಿಷ್ಠ}}{2(e/m)} = \frac{\left(2.2\times10^6\right)^2}{2\times1.8\times10^{11}} = \mathbf{13.44V}$$

6. **1.5eV ಕಾರ್ಯಫಲನವುಳ್ಳ ಒಂದು ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ 10^{15} Hz ಆವರ್ತದ ಬೆಳಕು ಆಪಾತಗೊಂಡಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ದ್ಯುತಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. $m = 9.1\times 20^{-21}$ kg**

$$\nu = 10^{15}\text{Hz}, \quad w = 1.5\text{eV} = 1.5\times1.6\times10^{-19}\text{ J}, \quad m = 9.1\times10^{-21}\text{kg}$$

$$\frac{1}{2}mV^2_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} = h\nu - W = 6.625\times10^{-34}\times10^{15} - 1.5\times1.6\times10^{-19}$$

$$= (6.625-2.4)\times10^{-19} = 4.255\times10^{-19}\text{ J}$$

$$= \frac{2\times4.225\times10^{-19}}{9.1\times10^{-31}} = 0.9285\times10^{12}$$

ಅಥವಾ, $V^2_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} = 0.9635\times10^6$ m/s

7. **4.5×10^{-7}nm ಮತ್ತು 2.1×10^{-7}nm ತರಂಗ ದೂರದ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ಲೋಹವು ಗರಿಷ್ಠ 2.4×10^{-19}J ಮತ್ತು 7.4×10^{-19}J ಶಕ್ತಿಯ ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ಲಾಂಕನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಮತ್ತು ಲೋಹದ ಕಾರ್ಯಫಲನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

$$(K.E)_1 = 2.4\times10^{-19}\,\text{J}\,, \quad (K.E)_2 = 7.4\times10^{-19}\,\text{J}$$

$$\lambda_1 = 4.5\times10^{7}\,\text{m}\,, \quad \lambda_2 = 2.1\times10^{7}\,\text{m}\,, \quad h = ?,\; W = ?$$

$$(KE)_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} = \qquad h\nu - W = \frac{hc}{\lambda} - W$$

ಮೊದಲ ಪ್ರಕರಣ : $$2.4\times10^{-19} = \frac{h\times3\times10^{8}}{4.5\times10^{-7}} - W \qquad \ldots (1)$$

ಎರಡನೆ ಪ್ರಕರಣ : $$7.4\times10^{-19} = \frac{h\times3\times10^{8}}{2.1\times10^{-7}} - W \qquad \ldots (2)$$

(2) ನ್ನು (1) ರಿಂದ ಕಳೆದರೆ, $$5\times10^{-19} = \frac{h\times3\times10^{8}}{10^{-7}}\left(\frac{1}{2.1} - \frac{1}{4.5}\right)$$

ಅಥವಾ, $$h = \frac{5\times10^{-19}\times10^{7}\times2.1\times4.5}{3\times10^{8}\times2.4}$$

h ನ ಬೆಲೆಯನ್ನು (1)ರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ,

$$2.4\times10^{-19} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4.5\times10^{-7}} = W$$

$$= \quad 4.375\times10^{-19} - W$$

ಅಥವಾ, $$W = (4.375\times2.4)10^{-19} = 1.975\times10^{-19}\,\text{J}$$

$$= \quad \frac{1.975\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} 1.2343\text{eV}$$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು/ಎರಡು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೇನು ?
2. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಯಾರು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದರು ?

3. ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೂ ಏನು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ?
4. ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವೃತ್ತಿ ಎಂದರೇನು ?
5. ಆಪಾತ ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆಗೂ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತೀವ್ರತೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ?
6. ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಯಾವ ಭೌತ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ?
7. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.
8. ನಿರೋಧ ವಿಭವವೆಂದರೇನು ?
9. ಕಾರ್ಯಫಲನವೆಂದರೇನು ?
10. ನಿರೋಧ ವಿಭವಕ್ಕೂ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.
11. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗುವ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಅರ್ಧಕ್ಕಿಳಿಸಿ ಅದರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಜವದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಷ್ಟು?
12. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತಪಾಸಣೆ ಮಾಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಹೆಸರೇನು ?
13. ಆವೃತ್ತಿ ν ಇರುವ ಫೋಟಾನ್‌ನ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ?
14. ಫೋಟಾನಿನ ತಟಸ್ಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು ?
15. ಫೋಟಾನಿನ ನೈಜ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು ?
16. ವಿಕಿರಣದಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪಡೆಯುವ ಸಾಧನ ಯಾವುದು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶದ ಯಾವುದಾದರೂ ನಾಲ್ಕು ಉಪಯೋಗ ಹೆಸರಿಸಿ.
2. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶವನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
3. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಚಲನಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಿರಿ.

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಪ್ರಯೋಗಾವಲೋಕನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆದು ಅದರಿಂದ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ವಿವರಣೆ ನೀಡಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. 450 nm ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕು 2.1 eV ಕಾರ್ಯಫಲನ ಹೊಂದಿರುವ ದ್ಯುತಿ ಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಅಪಾತಿಸುತ್ತಿದೆ. 1) ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ, 2) ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ, 3) ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ, 4) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿ, 5) ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\left[2.76\text{eV} \times 5.06 \times 10^{16}\,\text{Hz},\ 5.92 \times 10^{-7}\,m,\ 0.66\text{eV},\ 0.66\text{V}\right]$$

2. ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥದ ಕಾರ್ಯಫಲನವು ಅದನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $2000\mathring{A}$, $3000\mathring{A}$ ಮತ್ತು $4000\mathring{A}$ ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದರೆ, ಯಾವಾಗ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುತ್ತದೆ ?

($2000\mathring{A}$ ನಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಆಗುತ್ತದೆ)

3. ಮೂರು ಪದಾರ್ಥಗಳ ಕಾರ್ಯಫಲನ 1.5eV, 2eV ಮತ್ತು 2.5eV ಅವುಗಳ 1) ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ, 2) ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.362×10^{15} Hz, 0.483×10^{15} Hz, 0.603×10^{15}Hz
828nm, 621.1 nm, 496 nm)

4. ಮೂರು ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹೊಸ್ತಿಲು ತರಂಗದೂರ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 200nm, 4000nm ಮತ್ತು 600nm ಅವುಗಳ 1) ಕಾರ್ಯಫಲನ 2) ಹೊಸ್ತಿಲು ಆವರ್ತ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(6.21eV, 3.1eV, 2.07eV, 1.5×10^{15} Hz, 0.75×10^{15} Hz, 0.5×10^{15}Hz)

5. ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗ 3×10^6 ms^{-1}, $e/m = 1.81 \times 10^{11}$ Ckg^{-1} ಎಂಬುದಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ, ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(24.86 V)

6. ಒಂದು ಲೋಹದ ನಿಲುಗಡೆ ವಿಭವ 25V ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಆಗಿದ್ದರೆ $(e/m) 1.79 \times 10^{11}$C/kg , ಆ ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ.

(9.46×10^6 m/s)

7. ಒಂದು ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರಿಂದ 2.42×10^6 m/s ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿದ್ಯುದಂಶ (e/m) ವನ್ನು

ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(1.8×10^{11} C/kg)

8. 1.8eV ಕಾರ್ಯಫಲನ ಹೊಂದಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ 2×10^{16} Hz ಆವರ್ತದ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ದ್ಯುತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(3.77×10^{6} m/s)

9. 440 nm ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕು ಒಂದು ದ್ಯುತಿಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಅಪಾತಿಸಿದಾಗ 2eV ಗರಿಷ್ಠ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಪದಾರ್ಥದ ಕಾರ್ಯಫಲನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
$h = 6.25 \times 10^{-34}$ JS.

(0.823 eV)

10. 1.8eV ಕಾರ್ಯಫಲನ ಹೊಂದಿರುವ ಲೋಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಆವರ್ತದ ಬೆಳಕು ಅಪಾತಿಸಿದರೆ 2.3×10^{6} m/s ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತವೆ ?

(4.067×10^{15} Hz)

೧೯. ತರಂಗ - ಕಣ ದ್ವೈತತ್ವ

ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ


ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ

ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತರಂಗದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾ., ವ್ಯತಿಕರಣ, ವಿವರ್ತನೆ, ಧ್ರುವೀಕರಣ ಮುಂತಾದವು. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಕಣದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾ., ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಂದ ಬೆಳಕಿಗೆ ದ್ವೈತ ಸ್ವರೂಪವಿದೆ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ತುಂಬಾ ಮುಖ್ಯವಾದ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಎತ್ತುತ್ತದೆ : ಬೆಳಕು ಕಣದಂತೆಯೂ ಮತ್ತು ತರಂಗದಂತೆಯೂ ದ್ವಿಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಕಣವೊಂದು ಉದಾ., ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ತರಂಗದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿರಬೇಕಲ್ಲ ?

ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಲೂಯಿಸ್ - ವಿಕ್ಟರ್ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ (1992 - 1987) 1923ರಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಕಣಗಳು ತರಂಗ ಮತ್ತು ಕಣ ಸ್ವರೂಪಗಳೆರಡನ್ನೂ ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬ ಹೊಸ ವಾದವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟ. ಆತ ಮುಂದುವರಿದು 'ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣ'ದ ಅಲೆಯುದ್ದವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದ. ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣದೊಂದಿಗೆ ಒಡನಾಡಿಯಾದ ತರಂಗವನ್ನು 'ದ್ರವ್ಯ ತರಂಗ' (*matter waves*) ಎಂದು ಕರೆದ.

ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಯುದ್ದಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ

ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಪ್ರಕಾರ ν ಆವೃತ್ತಿಯ ಒಂದು ಫೋಟಾನ್ P ಆವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

$$P = \frac{\text{ಶಕ್ತಿ}}{\text{ವೇಗ}} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}, \text{ ಏಕೆಂದರೆ } \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

ಫೋಟಾನಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವನ್ನು ಅದರ ಆವೇಗದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು :

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{p}}$$

ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ವರೂಪದ್ದಾಗಿದ್ದು ಅದು ಫೋಟಾನುಗಳಿಗಷ್ಟೆ ಅಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥ ಕಣಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದ. ಇದನ್ನು ಪದಾರ್ಥ ಕಣಗಳಿಗೂ ವಿಸ್ತರಿಸಿದ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ v ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ m ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಣದ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದ $\lambda = \frac{h}{mv}$ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದ ಕಣದ ಆವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಅಲೆಯುದ್ದ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆ ಮತ್ತು ಕಣ ಸ್ವರೂಪಗಳೆರಡೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅದೇ ರೀತಿ ಕಣದ ಅಲೆ ಮತ್ತು ಕಣ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕೂಡ ಒಟ್ಟಿಗೇ ಅವಲೋಕಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಕಣವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಅಲೆಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕಣ ಮತ್ತು ತರಂಗದ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತ ಕಣ ಮತ್ತು ತರಂಗ ಲಕ್ಷಣಗಳ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ತೃಪ್ತಿಕರವಾದ ದಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣದ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದ ಮತ್ತು ಅದರ ತರಂಗ ಸ್ವರೂಪವು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗುವುದು ಕಣದ ಜವ ಬೆಳಕಿನ ಜವಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ. ಕಣದ ಜವ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರೊಂದಿಗೆ ಭಾಗಸ್ಥವಾದ ತರಂಗವು ಗಣನೆಗೇ ಬಾರದಂತಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 30ಮೀ/ಸೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ 46 ಗ್ರಾಂ ತೂಕದ ಗಾಲ್ಫ್ ಚೆಂಡಿನೊಂದಿಗಿನ ಒಡನಾಡಿ ತರಂಗದ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದವು $4.8 \times 10^{-11}\,\mathrm{m}$ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದೇ $10^7\,\mathrm{m/s}$ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದವು $7.3 \times 10^{-11}\,\mathrm{m}$ ಇರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ನಗಣ್ಯ ; ಎರಡನೆಯದು ಗಣನೀಯ.

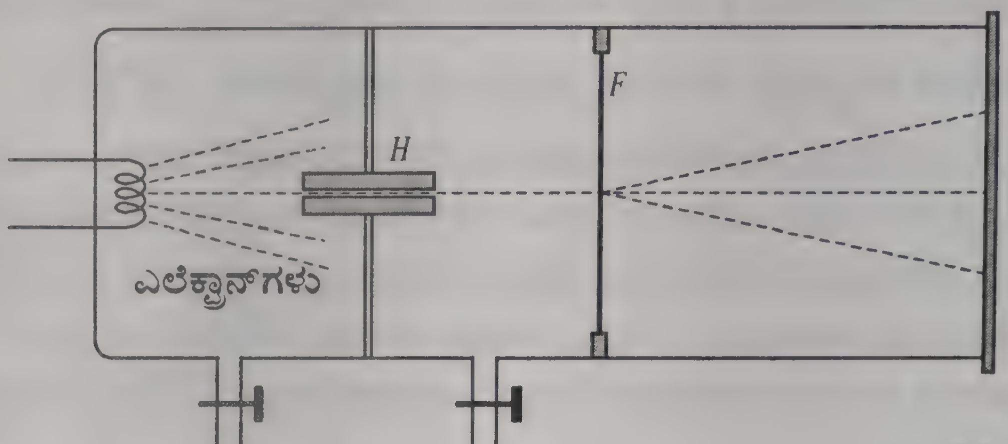
ಜಿ.ಪಿ.ಥಾಮ್ಸನ್ ಪ್ರಯೋಗ

ತತ್ವ : ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತರಂಗದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದು ನಿಜವಾದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಲೋಹದ ತೆಳು ಪೊರೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಅವು ವಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಗ್ರೇಟಿಂಗ್‌ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

ಕಾರ್ಯ : ಕ್ಯಾಥೋಡ್ K ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ದಂಡವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 19.1). ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ದಂಡವನ್ನು ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್ ಗಟ್ಟಿ H ಯಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಿದಾದ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ಅದನ್ನೊಂದು ಕಿರಿದಾಗ ಪೆನ್ಸಿಲ್ಲಾಗಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

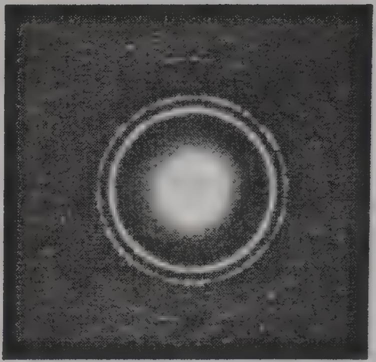
H ಆನೋಡ್ ಆಗಿಯೂ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು CC' ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್ ಉರುಳೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಲ್ಲ) ಉರುಳೆಯು ಸುಮಾರು 20 ರಿಂದ 50 kV ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ.

ಅನಂತರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ದಂಡವು ತೆಳುವಾದ ಚಿನ್ನದ ರೇಕು F ನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಚಿನ್ನದ ರೇಕಿನ ದಪ್ಪ ಸುಮಾರು 10^{-8} m ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ರೇಕು ಸ್ಫಟಿಕ ಗ್ರೇಟಿಂಗ್‌ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದಿರಲೆಂದು ಇಡೀ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿರ್ವಾತಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 19.1*a* ಥಾಮ್ಸನ್ ಪ್ರಯೋಗ

(ಚಿತ್ರ 19.1*b*) ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕವನ್ನು ಅಭಿವರ್ಧಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಏಕಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಅನೇಕ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ವಿವರ್ತನ ಮಾದರಿ ಮೂಡಿತ್ತು. ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ತರಂಗ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಸಾಬೀತು ಪಡಿಸಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ತರಂಗಗಳ ಅಲೆಯುದ್ದ ಡಿ ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಪದಾರ್ಥ ತರಂಗ ಸೂತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತಿತ್ತು.



ಚಿತ್ರ 19.1*b* ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿವರ್ತನ ಮಾದರಿ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

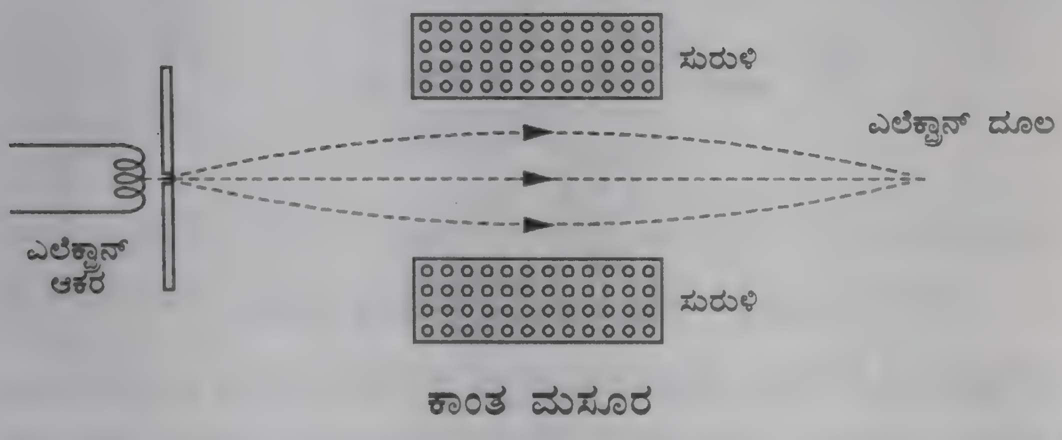
ತತ್ತ್ವ : ಅಧಿಕ ವೇಗದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಅಲೆಯುದ್ದದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಕಾಂತೀಯ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಒಂದೆಡೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಎರಡು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ಪ್ರೇಷಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ *(Transmission electron microscope - TEM)*

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧಗಳಿವೆ : (1) ಉತ್ಸರ್ಜಕ ವಿಧ (2) ಪ್ರೇಷಕ ವಿಧ. ಉತ್ಸರ್ಜಕ ವಿಧದಲ್ಲಿ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬವು ಕೇವಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಕ್ಯಾಥೋಡ್‌ನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೇಷಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವು ಕ್ಯಾಥೋಡ್ ಮತ್ತು ಪರದೆಯ ನಡುವೆ ಇಡಲಾದ ವಸ್ತುವಿನ ವರ್ಧಿತ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಆಧುನಿಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರೇಷಕ ಮಾದರಿಯವಾಗಿವೆ. ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕಗಳು ಅಧಿಕ ವರ್ಧನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಇದನ್ನು ಅವು ಕಡಿಮೆ ನಾಭಿ ದೂರವುಳ್ಳ ಕಾಂತೀಯ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸುತ್ತವೆ. ಅವು ಸಾಂದ್ರಕ ಮಸೂರದ ಜೊತೆಗೆ ಬೇರೆ ಎರಡು ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ.

ಆಕರದಿಂದ ಹೊರಟ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಂತೀಯ ಸಾಂದ್ರಕ ಮಸೂರ (*condenser magnetic lens*) ವು (ಚಿತ್ರ 19.2) ವಸ್ತುವಿನ ಮೊದಲನೆ ವರ್ಧಿತ ಪ್ರತಿ ಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆನಂತರ ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ ಮಸೂರ (*projector magnetic lens*) ವು ಅಂತಿಮ ವರ್ಧಿತ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ.



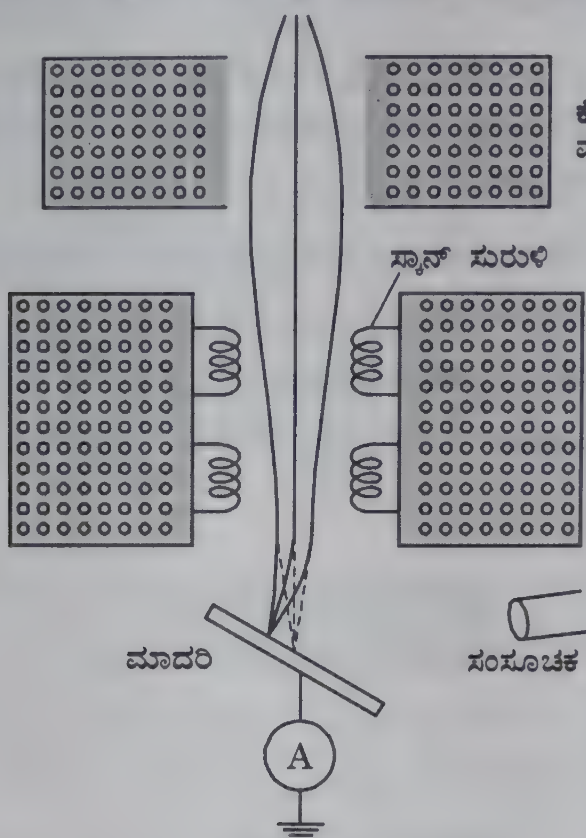
ಚಿತ್ರ 19.2 ಕಾಂತ ಮಸೂರ

ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾಗಿದೆಯೋ ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬಹುದಾದಷ್ಟು ತೆಳುವಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಒಂದು ಭಾಗ ವಸ್ತುವನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೊರಬರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪರಿಮಾಣ ವಸ್ತುವಿನ ದಪ್ಪವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪನೆಯ ಚುಕ್ಕೆಗಳು ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆ ದಪ್ಪದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತೂರಿಕೊಂಡು ಬಂದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಇಡೀ ದಪ್ಪದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತವೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿನ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಪರಮಾಣು ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತೆರೆದಿಡುತ್ತದೆ.

ಕ್ರಮ ವೀಕ್ಷಣೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ (*SEM*)

ಕ್ರಮ ವೀಕ್ಷಣೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಸ್ತುವನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವುದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಅವುಗಳು ಒಂದು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಮೊನೆಯಾಗಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಾಗಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 19.3) ಈ ಮೊನೆ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಕ್ರಮ ವೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ವಿವರಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ.



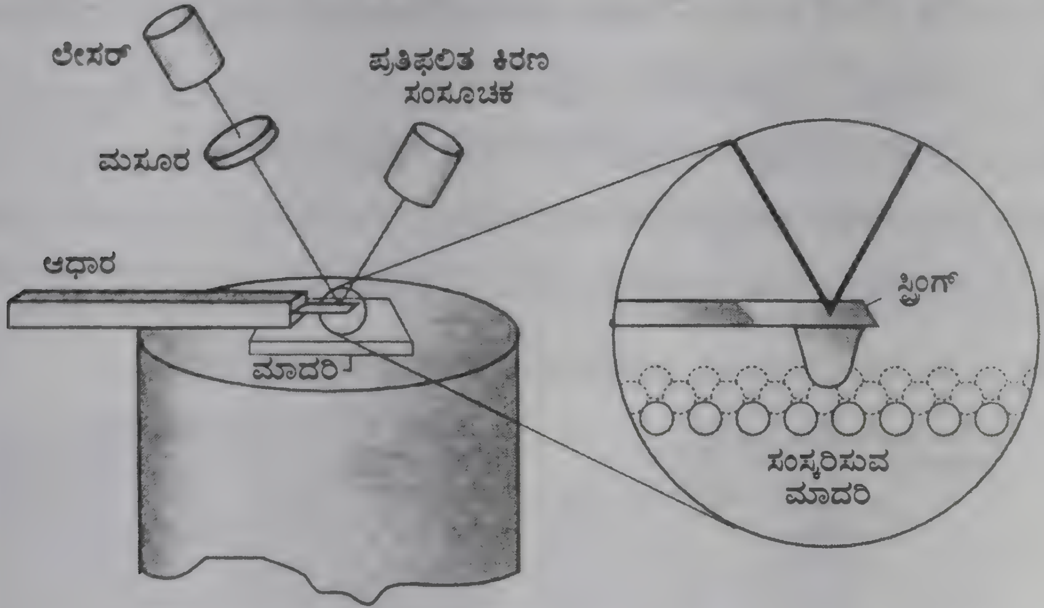
ಚಿತ್ರ 19.3 ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಮೊನೆ ವಸ್ತು ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸಿದಂತೆ ಅದು ಮಾದರಿಯೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಚದರಿಹೋಗಬಹುದು ಅಥವಾ ಅವು ಎಕ್ಸ್ - ಕಿರಣವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೂ ಅದು ಮಾದರಿಯ ಬಗೆಗಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಸಂಜ್ಞೆ (ಸಿಗ್ನಲ್)ಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ ಸಂಸೂಚಕವು (*detector*) ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣು ಬಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ (*Atomic Force Microscope AFM*)

ಪರಮಾಣು ಬಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಸಿರ್ಯಾಮಿಕ್ ಅಥವಾ ಅರೆ

ವಾಹಕದ ಮೊನೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಮೊನೆಯು ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮಾದರಿಯು ಅದನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಲದಿಂದ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲವು ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ಏಳುಬೀಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಮೊನೆಯು ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹತ್ತಿರವಾದಂತೆ ಬಲ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ; ದೂರವಾದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.) ಇದು ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಚಲನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ವಿಚಲನೆಯು ಮೇಲ್ಮೈನ ಏಳುಬೀಳಿನ ಪ್ರತಿಫಲನವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನಿಂದ ವಿಚಲನೆಯನ್ನು ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದಂಡದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳೆಯಬಹುದು. ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ದಂಡವನ್ನು ಸಂಸೂಚಕ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಮಂಡಲವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಂಸ್ಕರಣ ಘಟಕವೊಂದು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.



ಒಂದು *AFM* 1,00,000 ನಷ್ಟು X ವರ್ಧನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಲ್ಲದು. ಅದರ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಹೆಗ್ಗಳಿಕೆ ಎಂದರೆ ಮಾದರಿಯ 3-ಡಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

1. ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ನೀಡಿದವರಾರು ?
2. ಡಿಬ್ರಾಗ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಯುದ್ದಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಿರಿ.
3. ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದವರು ಯಾರು ?
4. ದ್ರವ್ಯ ಅಲೆಯುದ್ದದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಯಾವುದು?
5. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿನ ಎರಡು ವಿಧಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
6. ಪ್ರೇಷಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ವಿಶೇಷತೆ ಏನು ?

7. ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿವರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಅನುಕೂಲಕರವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಹೆಸರೇನು ?

8. ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಡಿಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕಣಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ ?

9. *TEM* ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ *SEM* ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನ ?

10. *TEM* ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ *AFM* ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

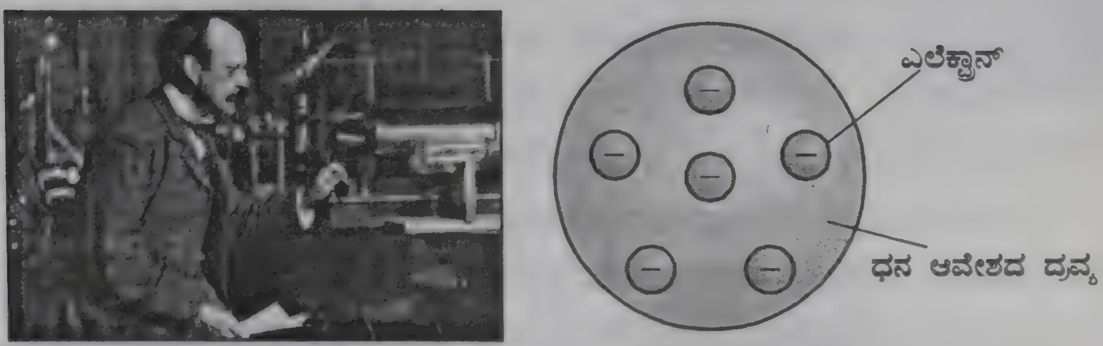
1. ಡಿಬ್ರಾಗ್ಲಿ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆದು ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ಜಿ.ಪಿ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
3. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ತತ್ತ್ವ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಪ್ರೇಷಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ವಿಧಗಳಿವೆ ?
5. ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
6. ಪರಮಾಣು ಬಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

೨೦. ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ

ಮೊದಲ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಗಳು

ಥಾಮ್ಸನ್ ಮಾದರಿ : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಥಾಮ್ಸನ್ ಮೊದಲ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟ. ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಪರಮಾಣು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಒಂದು ಘನ ಗೋಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವು ವಿದ್ಯುದಂಶಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ತಟಸ್ಥವಾಗಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸಮ್ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 20.1).



ಚಿತ್ರ 20.1 ಥಾಮ್ಸನ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ

ಥಾಮ್ಸನ್ ಮಾದರಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆ ಮತ್ತು ತಾಟಸ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಉಷ್ಣೀಯ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಅಯಾನೀಕರಣವನ್ನೂ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರೆ ಅದು ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ಉಗಮ ಮತ್ತು ಅಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಅಧಿಕ ಕೋನ ಚದುರುವಿಕೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸೋಲುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಅಧಿಕ ಕೋನ ಚದುರುವಿಕೆ ಎಂದರೇನು ?

ಅಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಚದುರುವಿಕೆ : ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಒಂದು ಸರಣಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿದ. ಅದರಲ್ಲಿ ಆತ ಚಿನ್ನದ ತೆಳು ಪೊರೆಯನ್ನು ಅಲ್ಫ ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿದ. ಆಗ ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿ ಎಲ್ಲಾ ಅಲ್ಫ ಕಣಗಳೂ ಖಾಲಿ ಜಾಗದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತಿವೆಯೇನೊ ಎಂಬಂತೆ ಚಿನ್ನದ ಪೊರೆಯನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋದವು.

ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ಯಾವುದೋ ಬಲಿಷ್ಠ ಬಲವೊಂದರಿಂದ ವಿಕರ್ಷಿತವಾದಂತೆ ಅಧಿಕ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಚದುರಿಹೋದವು. ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಕಣಗಳು ಯಾವುದೋ ಗಟ್ಟಿ ಗೋಡೆ ಅಡ್ಡ ಬಂತೇನೋ ಎಂಬಂತೆ ನೇರ ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿ ತಮ್ಮ ಮೂಲ ಪಥದಲ್ಲೇ ವಾಪಸ್ಸು ಬಂದವು.



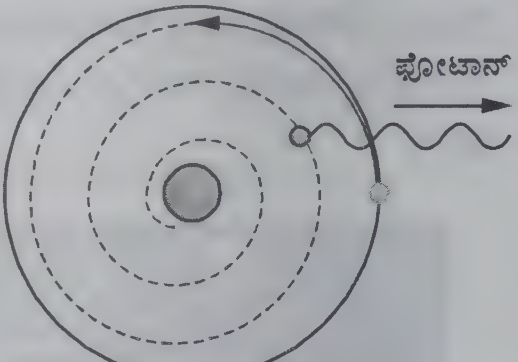
ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್

ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾಗಿದ್ದವು. ಥಾಮ್ಸನ್ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಎಲ್ಲಾ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳೂ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತೂರಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಫದಂತ ಭಾರವಾದ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಕಣಗಳನ್ನು ತಡೆಯುವ ಅಥವಾ ವಿಚಲನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಯಾವುದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇಲ್ಲ.

ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮಾದರಿ : ಆಲ್ಫ ಕಿರಣದ ಚದುರುವಿಕೆಯ ಫಲಿತಾಂಶದಿಂದ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಈ ತೀರ್ಮಾನಗಳಿಗೆ ಬಂದ :

(1) ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟಿಸುವಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಧಿಕಾಂಶ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

(2) ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಕೋನದ ಚದುರುವಿಕೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವೂ ಕೇಂದ್ರರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅಧಿಕ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಆತ **ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್** ಎಂದು ಕರೆದ.



ಚಿತ್ರ 20.2

ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ ? ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತಟಸ್ಥಗೊಳಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನ ಪರಿಧಿಯೊಳಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇದು ಪರಮಾಣುವಿನ ತಾಟಸ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕಾರ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ (ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿರುವ) ವಿದ್ಯುದಂಶವು ಸತತವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿಕಿರಣ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಬೇಕು. ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಕಕ್ಷಾ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ವೃತ್ತ ಪಥಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಸುರುಳಿ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 20.2) ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಕ್ಕೆ ಮುಗಿಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೇ ಪರಮಾಣುವೂ ಕುಸಿದು ಬೀಳುತ್ತದೆ. ತನ್ನ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನೆ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸತತವಾಗಿ

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅದರಿಂದ ಫಲಿತವಾಗುವ ರೋಹಿತವು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ರೋಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ರೋಹಿತವು ರೇಖಾ ರೋಹಿತ ಎಂಬುದು ಆವೇಳೆಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಈ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮಾದರಿಯನ್ನು ತಿರಸ್ಕರಿಸಲಾಯಿತು.

ಅನಂತರ ಬಂದದ್ದೇ ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ. ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮಾದರಿಯ ಕೆಲವು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡು, ಕೆಲವು ಅಗತ್ಯ ಗ್ರಹಿತಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೋರ್ ರೂಪಿಸಿದ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆ ಮತ್ತು ರೇಖಾ ರೋಹಿತದ ಉಗಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿತು. ಅದನ್ನು ಮುಂದೆ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಬೋರ್ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು (*Bohr's Postulates*)

ಬೋರ್ ತನ್ನ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ.

1. ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಾವೇಶವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವಿನ ಇಡೀ ರಾಶಿಯನ್ನು ಅಡಕಮಾಡಿಕೊಂಡ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಇರುತ್ತದೆ.
2. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ವರ್ತುಳೀಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಾಮೀಬಲ (*centripetal force*) ವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಡುವಣ ಕೂಲಂಬ್ ಸ್ಥಾಯಿವಿದ್ಯುತ್ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.



ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್

3. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ಸ್ವೇಚ್ಛಾನುಸಾರ ಯಾವುದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದಿಲ್ಲ. ಅವು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ 'ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆ'ಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಈ ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು 'ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗಳು' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅವು ವಿಕಿರಣ ಸೂಸದ ಕಕ್ಷೆಗಳಾಗಿವೆ.
4. ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಮ್ ನಿರ್ಬಂಧ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗವು ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ v ಜವದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ m ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸುತ್ತುವ ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ r ಇದ್ದರೆ, $mvr = n\left(\frac{h}{2\pi}\right)$. ಇಲ್ಲಿ n ಎಂಬುದು ಪ್ರಧಾನ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ. ಅದರ ಬೆಲೆ $n = 1, 2, 3, ...$ ಈ

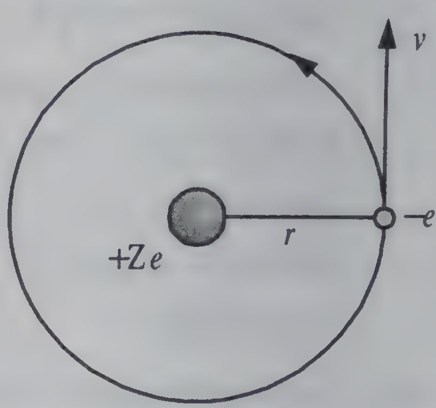
ಬೆಲೆಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಮೊದಲನೆ, ಎರಡನೆ, ಮೂರನೆ, ... ಇತ್ಯಾದಿ ಕಕ್ಷೆಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು 'ಬೋರ್ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ನಿರ್ಬಂಧ' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

5. ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಒಂದು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನೆಗೆದಾಗ ಮಾತ್ರ ಪರಮಾಣು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. E_1 ಮತ್ತು E_2 ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಒಳ ಮತ್ತು ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ ಆಗ $E_2 - E_1 = h\nu$. ಇಲ್ಲಿ ν ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೊಂಡ ಆವೃತ್ತಿ. ಇದನ್ನು 'ಬೋರ್ ಆವೃತ್ತಿ ನಿರ್ಬಂಧ' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಮೇಲಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತುವ ಅನುಮತಿಸಿದ ಕಕ್ಷೆಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತುವ ವೇಗ ಮತ್ತು ಅವು ಆ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

1. ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ

r ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ $+Ze$ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ m ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಮತ್ತು $-e$ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ. Z ಪರಮಾಣುವಿನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ (ಚಿತ್ರ 20.3).



ಚಿತ್ರ 20.3
ಸ್ಥಿರಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್

ಧನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಋಣ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಡುವಣ ಕೂಲಂಬ್ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ,

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r^2} \qquad \dots (1)$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಾಮೀ

ಬಲ $F_2 = \dfrac{mv^2}{r} \quad \dots (2)$

v ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ರೇಖೀಯ ವೇಗ.

ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆಗೆ (1) ಮತ್ತು (2) ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು.

$$F_1 = F_2$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Ze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad \text{ಅಥವಾ,} \quad mv^2 r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}Ze^2 \qquad \dots (3)$$

ಬೋರ್ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ನಿರ್ಬಂಧದ ಪ್ರಕಾರ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ ... (4)

ಅಥವಾ, $v = \frac{nh}{2\pi} \cdot \frac{1}{mr}$ ಮತ್ತು $v^2 = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2} \frac{1}{m^2 r^2}$ ... (5)

(5) ನ್ನು (3) ರಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದರೆ,

$$m\left(\frac{n^2 h^2}{4\pi^2} \frac{1}{m^2 r^2}\right) r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} Ze^2$$

$$r = \frac{\varepsilon_0 n^2 h^2}{\pi m Z e^2}$$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಂದನೇ ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ

$$r_n = \frac{\varepsilon_0 n^2 h^2}{\pi m Z e^2} \quad \text{... (6)}$$

ವಿಶೇಷ ಪ್ರಕರಣ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣು

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ $Z = 1$

∴ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ n ನೇ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ $\boxed{r_n = \frac{\varepsilon_0 n^2 h^2}{\pi m e^2}}$

ಅಂದರೆ, ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ $r_n \propto n^2$ ಮೇಲಿನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಹೋದಂತೆ ತ್ರಿಜ್ಯವು $1:4:9....$ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಬೋರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಬೋರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಅದನ್ನು r_1 ಇಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ $n = 1$

$$r_1 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}$$

ಇದರಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ, $r_1 = 0.53\,\text{Å}$ ಬರುತ್ತದೆ.

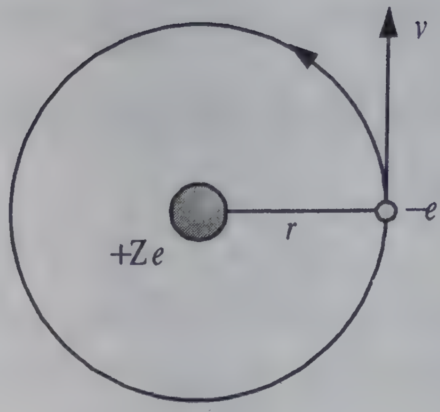
ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಕ್ಷೀಯ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ

ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \qquad \ldots (1)$$

ಮತ್ತು

$$mv^2 r = \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0} \qquad \ldots (2)$$



ಚಿತ್ರ 20.4

(2) ನ್ನು (1) ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ, $\frac{mv^2 r}{mvr} = \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{2\pi}{nh}$

ಯಾವುದೇ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುವಿನ nನೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ

$$\boldsymbol{v_n = \frac{Ze^2}{2\varepsilon_0 nh}} \qquad \ldots (3)$$

ವಿಶೇಷ ಪ್ರಕರಣ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣು

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ $Z = 1$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ n ನೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ

$$\boxed{v_n = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h}\left(\frac{1}{n}\right)}$$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ,

$$v_1 = \frac{e}{2\varepsilon_0 h}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದರೆ, $\mathbf{v_1 = 2.18 \times 10^{-6}\,ms^{-1}}$

ಇಲ್ಲೊಂದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಂಶ ಅಡಗಿದೆ. $v_1 = \left(\frac{1}{137}\right)c$

c - ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮೀಕರಣ

m ರಾಶಿಯುಳ್ಳ $-e$ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೊಂದು Z ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದು E_p ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಚಲನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಅದು E_k ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. n ನೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ E_n ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿಗಳ ಮೊತ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$E_n = E_p + E_k \quad \ldots (1)$$

ವಿಭವ ಶಕ್ತಿ, $$E_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze(-e)}{r} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r} \quad \ldots (2)$$

ಚಲನ ಶಕ್ತಿ, $$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

ಬೋರ್‌ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯ ಪ್ರಕಾರ, $$\frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r^2}$$

$$mv^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r} \quad \ldots (3)$$

$\therefore$ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ $E_n = E_p + E_k$

$$= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r} + \frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}\left[-1+\frac{1}{2}\right] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{r}\left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$E_n = -\frac{Ze^2}{8\pi\varepsilon_0 r} \quad \dots (4)$$

n ನೇ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಬೆಲೆಯನ್ನು (4)ರಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದರೆ, $E_n = -\frac{Ze^2}{8\pi\varepsilon_0}\frac{\pi m Ze^2}{\varepsilon_0 n^2 h^2}$

ಅಥವಾ, $$\boxed{E_n = -\frac{mZ^2e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2 h^2}} \quad \dots (5)$$

ಇದು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಸಮೀಕರಣ.

ಸಮೀಕರಣ (5)ರಲ್ಲಿರುವ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರರ್ಥ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೆ ಬಂಧಿಯಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, $E_n \propto \frac{1}{n^2}$ ಇದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಯ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಬೆಲೆ n ಬೆಲೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿರುವ ಋಣ ಚಿಹ್ನೆ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಬೆಲೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಒಳ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು.

ವಿಶೇಷ ಪ್ರಕರಣ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣು

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ $Z = 1$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ n ನೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{n^2}\right) \quad \dots (6)$$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮೊದಲನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿತಿ (*ground state*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಆಗ $n = 1$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ

$$E_1 = \frac{-me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}$$

ನಾವು ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದರೆ,

$E_1 = -21.787 \times 10^{-19}$ J ಬರುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು eV ನಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲಕರ. eV ನಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ.

$$E_1 = -\frac{21.787 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-19}} = -\mathbf{13.6eV}$$

ಗಮನಿಸಿ : 1) ಪರಮಾಣುಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ ತಮ್ಮ ನಿಮ್ನತಮ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಅಂದರೆ ಅವು ಉದ್ರಿಕ್ತವಾಗಿರದ ಸ್ಥಿತಿ.

2) ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುಗಳ r_n, v_n, E_n, R ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ್ದೀರಿ. ಈ ಎಲ್ಲದರಲ್ಲೂ Z ಪ್ರತೀಕ ಬಳಸಿದ್ದೇವೆ. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಅಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಅನ್ನು ಒಂದೇ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವಂತಹ ಧಾತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹೀಲಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿವೆ. ಅಣುವನ್ನು ಆಯಾನೀಕರಿಸಿದಾಗ (ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅನ್ನು ಹೊರನೂಕಿದಾಗ) ಅದು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಪಸಂ 3 ಇರುವ ಲಿಥಿಯಮ್. ಇದರ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೊರದೂಡಿದಾಗ ಉಳಿಯುವುದೇ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಹೊರಚಿಪ್ಪಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೊಂದಿರುವ ಸೋಡಿಯಮ್ (ಪಸಂ. 11) ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣು ಅಲ್ಲ.

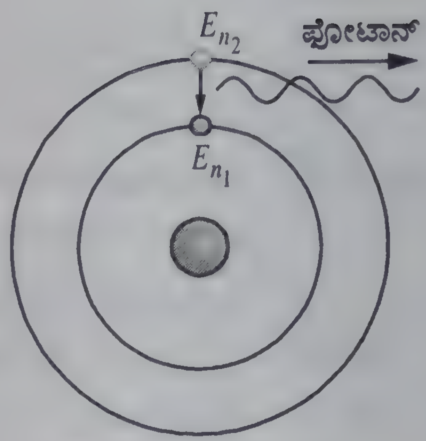
ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮೀಕರಣ

ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸದೃಶ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ $n = 1$. ಈಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ನೀಡಿದರೆ ಅದು ಕ್ವಾಂಟೀಕೃತ ಮೊತ್ತದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ತದನಂತರ ಅದು ಅನೇಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವು **ಉದ್ರಿಕ್ತ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಲ್ಲಿದೆ** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಪರಮಾಣುವು ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೊತ್ತು ಇರಲಾರದು. ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ $\left(10^{-8} s\right)$. ಅದು ತನ್ನ ಭೂಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ವಾಪಸ್ಸು ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ನೆಗೆತ ಆದಾಗ ಅದು, ಬೋರ್ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಪ್ರಕಾರ, ಎರಡು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳ ನಡುವಿನ ಶಕ್ತಿವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದು $h\nu$ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ h ಪ್ಲಾಂಕ್ ನಿಯತಾಂಕ ಮತ್ತು ν ವಿಕಿರಣದ ಆವೃತ್ತಿ.

n_1 ಮತ್ತು n_2 ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ E_1 ಮತ್ತು E_2 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ, $E_2 - E_1 = h\nu$ ಅಥವಾ

$$h\nu = E_2 - E_1 = -\frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2 n_2^2 h^2} + \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2 n_1{}^2 h^2} \qquad \ldots (2)$$

$$= \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2h^2}\left[\frac{1}{n^2{}_1} - \frac{1}{n^2{}_2}\right]$$



ಫೋಟಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ

ಚಿತ್ರ 20.5

ಉತ್ಸರ್ಜಿತ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗದೂರ λ ಇದಕ್ಕೆ,

$\nu = \frac{c}{\lambda}$ c – ಮುಕ್ತ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗ ಜವ.

$$\therefore \quad \frac{hc}{\lambda} = \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2h^2}\left[\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right]$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2h^3c}\left[\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right]$$

$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu}$ ಎಂಬುದು ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆ. ಅದು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ತರಂಗಗಳಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$\boxed{\bar{\nu} = \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0{}^2h^3c}\left[\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right]} \qquad \ldots (3)$$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ,

$\therefore$ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆ

$$\bar{\nu} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0{}^2h^3c}\left[\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right] \qquad \ldots (4)$$

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ರೋಹಿತ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರ

$$\bar{\nu} = R\left[\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right] \qquad \ldots (5)$$

ಇದರಲ್ಲಿ R ರಿಡ್‌ಬರ್ಗ್ ನಿಯತಾಂಕ. ಅದರ ಪ್ರಯೋಗ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಬೆಲೆ $R = 1.097372 \times 10^7 m^{-1} \approx 1.097 \times 10^7 m^{-1}$

(4) ಮತ್ತು (5) ನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದರೆ,

$$\boxed{R = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^3 c}}$$

ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಲಗಡೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲದರ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದರೆ R ನ ಬೆಲೆ $1.09678 \times 10^7 \text{m}^{-1}$ ಬರುತ್ತದೆ.

ರಿಡ್‌ಬರ್ಗ್ ನಿಯತಾಂಕದ ಪ್ರಯೋಗ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಬೆಲೆಗಳೆರಡೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಇದು ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸುತ್ತದೆ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ತತ್ತ್ವವನ್ನು.

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತ ಸರಣಿ

ವಿವರಣೆ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣು ಕೇವಲ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಆದರೂ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೇಖೆಗಳಿವೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಮೊದಲನೆ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ ಆಕರದಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಕ್ವಾಂಟೀಕೃತ ಮೊತ್ತದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಅದು ಕೆಲವು ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ ಮತ್ತೆ ತನ್ನ ಮೂಲ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಹಿನ್ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಫೋಟಾನ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಫೋಟಾನು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ರೇಖೆಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನೆಗೆತವೂ ಒಂದು ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದು ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಒಳ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಒಂದೇ ಹಂತದಲ್ಲಿ ನೆಗೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಒಂದು ರೋಹಿತರೇಖೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ, ಅದು ಹಲವಾರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನೆಗೆಯಬಹುದು. ಆಗ ಹಂತಗಳೆಷ್ಟೋ ಅಷ್ಟು ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳು ಬರುತ್ತವೆ.

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಮ್ಮೆಗೆ ತುಂಬಾ ಸಂಖ್ಯೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ, ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉದ್ರೇಕ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಹೋಗಬಹುದು. ಅವುಗಳು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ನೆಗೆದಾಗ, ಅವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳು ಬರುತ್ತವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಯಾವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಯಾವ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ

ಎಂಬುದನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಐದು ಸರಣಿಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಸಕರಿಸಲಾಗಿದೆ.

1) **ಲೈಮನ್ ಸರಣಿ** : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಮೊದಲನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಆದಾಗ ಲೈಮನ್ ಸರಣಿ ಬರುತ್ತದೆ, ಲೈಮನ್ ಸರಣಿಗೆ $n_1 = 1$ ಮತ್ತು $n_2 = 2, 3, 4, 5..$

2) **ಬಾಮರ್ ಸರಣಿ** : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಆದಾಗ ಬಾಮರ್ ಸರಣಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಬಾಮರ್ ಸರಣಿಗೆ $n_1 = 2$ ಮತ್ತು $n_2 = 3, 4, 5, 6....$

3) **ಪ್ಯಾಸ್ಚನ್ ಸರಣಿ** : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಮೂರನೇ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಆದಾಗ ಪ್ಯಾಸ್ಚನ್ ಸರಣಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ಯಾಸ್ಚನ್ ಸರಣಿಗೆ $n_1 = 3$ ಮತ್ತು $n_2 = 4, 5, 6, 7, ...$

4) **ಬ್ರ್ಯಾಕೆಟ್ ಸರಣಿ** : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ನಾಲ್ಕನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಆದಾಗ ಬ್ರ್ಯಾಕೆಟ್ ಸರಣಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಬ್ರ್ಯಾಕೆಟ್ ಸರಣಿಗೆ $n_1 = 4$ ಮತ್ತು $n_2 = 5, 6, 7, 8, ...$

5) **ಫಂಡ್ ಸರಣಿ** : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಐದನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಆದಾಗ ಫಂಡ್ ಸರಣಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಫಂಡ್ ಸರಣಿಗೆ $n_1 = 5$ ಮತ್ತು $n_2 = 6, 7, 8, 9, ...$

ಸರಣಿ ಮಿತಿ :

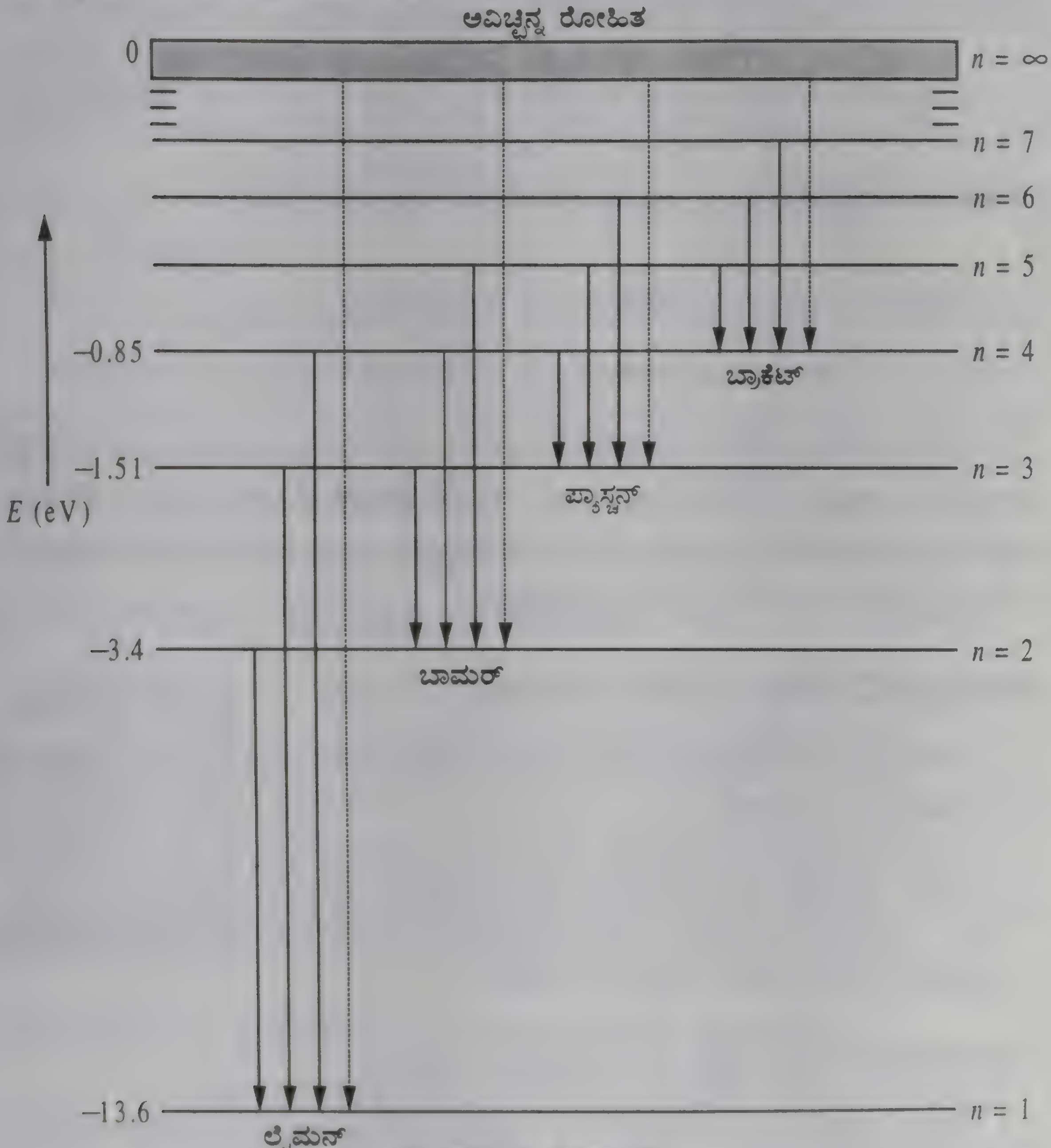
ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸರಣಿಯಲ್ಲೂ $n_2 = \infty$ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದರೆ, ಆಯಾ ಸರಣಿಯ ಕೊನೆಯ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಆಯಾ ಸರಣಿಯ ಸರಣಿ ಮಿತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತರಂಗದೂರ ಅಥವಾ ಗರಿಷ್ಠ ಆವೃತ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ.

ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರ :

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸರಣಿಯ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರದ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಯನ್ನು ಆಯಾ ಸರಣಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು n_2 ಗೆ ಆದೇಶಿಸಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದು ಕನಿಷ್ಠ ಆವೃತ್ತಿ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಯ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಯೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳು ಆಯಾ ಸರಣಿಯ ಮೊದಲ ಸದಸ್ಯ ರೇಖೆಗಳೂ ಹೌದು.

ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾಚಿತ್ರ

ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾಚಿತ್ರವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಒಂದು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಜಿಗಿಯುವುದನ್ನು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿ ಬಿಂಬಿಸುವ ರೀತಿಯಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡ ಗೆರೆಗಳು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟವನ್ನೂ ಮತ್ತು ನಿಲುವು ಗೆರೆಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಿಗಿತವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.



ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾಚಿತ್ರ

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಟ್ಟಗಳ ಶಕ್ತಿಯು $E_n - \frac{13.6}{n^2} eV$ ಇಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾಚಿತ್ರವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಒಂದು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಜಿಗಿಯುವುದನ್ನು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿ ಬಿಂಬಿಸುವ ರೀತಿಯಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡ ಗೆರೆಗಳು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟವನ್ನೂ ಮತ್ತು ನಿಲುವು ಗೆರೆಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಿಗಿತವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಟ್ಟಗಳ ಶಕ್ತಿಯು $E_n = \frac{13.6}{n^2} eV$ ಇಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

ಭೂಸ್ಥಿತಿಯ ಅಥವಾ ಕನಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ ಶಕ್ತಿ $E_1 = -13.6eV$ ಈ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ $n=1$

ತದನಂತರ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ $n=2$. ಇದರ ಶಕ್ತಿ $E_2 = \frac{-13.6}{2^2} = -3.4eV$

ಅದರಂತೆ $n=3$ ಆದಾಗ $E_3 = -1.5eV$

$n=4$ ಆದಾಗ $E_4 = -0.85eV$

ಇದು ಎಲ್ಲಾ ಶಕ್ತಿಗಳೂ ವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದವುಗಳು ಎಂಬುದನ್ನು $n=\infty$ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಅಡ್ಡ ಗೆರೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳತೆಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ತೋರಿಸುವುದು. ಕೆಳಮುಖ ಬಾಣದ ಗುರುತಿಸುವ ನಿಲುವು ಗೆರೆಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದು ಮಟ್ಟದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಉದ್ರೇಚನೆ ಶಕ್ತಿ (*excitation energy*)

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉದ್ರೇಚನೆ (*excitation*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಉದ್ರೇಚನೆ ಶಕ್ತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಪರಮಾಣುವು ಸಹಜ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಏರುತ್ತದೆ.

ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿ (*ionization energy*)

ತಟಸ್ಥ ಪರಮಾಣು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಷ್ಟದಿಂದಲೋ ಅಥವಾ ಗಳಿಕೆಯಿಂದಲೋ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಪಡೆದುಕೊಂಡು ಅಯಾನ್ ಆಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೇ, ಅಯಾನೀಕರಣ.

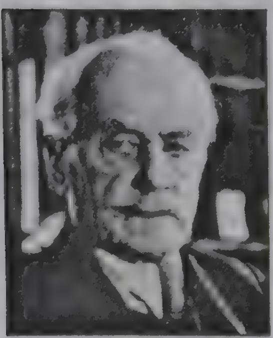
ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರದಬ್ಬಲು ಆಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬೋರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮಿತಿಗಳು

1. ಬೋರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಲಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಕೂಡ ಬೋರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸದು.
2. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ತುಂಬಾ ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳೆದು ನೋಡಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಬೆಲೆ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಬೆಲೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗಲಿಲ್ಲ.
3. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ರೋಹಿತದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲ.
4. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸೋಲುತ್ತದೆ.
5. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ರಾಶಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿಲ್ಲ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದರೆ ಒಂದೇ ರೇಖೆಯಂತೆ ಕಾಣುತಿದ್ದ ರೇಖೆಗಳು ನಿಜದಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರ ಹತ್ತಿರ ಇಡುಕರಿಸಿದ ಅನೇಕ ರೇಖೆಗಳಿಂದ ಆಗಿರುವುದಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ H_α ರೇಖೆಯು ಐದು ರೇಖೆಗಳ ಒಂದು ಗುಂಪಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಬೋರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸೋಲುತ್ತದೆ.

ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ



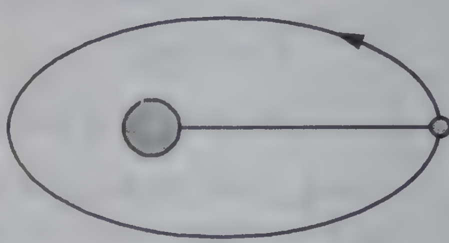
ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಎರಡು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡ. (1) ದೀರ್ಘವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನೆ (2) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿಯಲ್ಲಾಗುವ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ (*relativistic atom model*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳು

1) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವೃತ್ತ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಜೊತೆಗೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ.
2) ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತ ಕಕ್ಷೆಗಳು n_r ಮತ್ತು n_ϕ ಎಂಬ ಎರಡು ಹೊಸ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಹೀಗಿದೆ : $n = n_r + n_\phi$ ಇಲ್ಲಿ n_r ಅನ್ನು ತ್ರಿಜ್ಯೀಯ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದೂ n_ϕ ಅನ್ನು ಕೋನೀಯ ಅಥವಾ ಅಜಿಮುತಲ್ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂತಲೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.
3) ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಧಾನ ಅಥವಾ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ n ಗೆ

1,2,3, ... ಬೆಲೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ n ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಬೆಲೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ n. ಇದರಿಂದ n ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ವೃತ್ತವು $n_\phi = n$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಬರುವ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಪ್ರಕರಣ ಮಾತ್ರ.

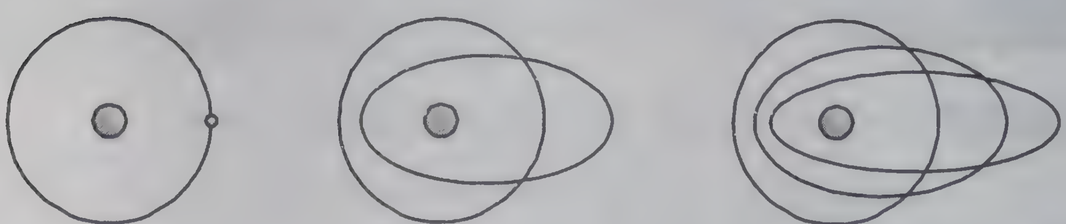
4) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ದೀರ್ಘವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದಂತೆ ಅದರ ವೇಗ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ - ಪುರರವಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು ಅಪರವಿಯಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ವೇಗದೊಂದಿಗೆ ರಾಶಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಶಿಯ ಈ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತಗಳು ಕೊಂಚವೇ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕೊಡಮಾಡಲಾದ n ಬೆಲೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯು n ನಷ್ಟು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳಾಗಿ ಸೀಳಿಹೋಗುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 20.7

5) ಬೋರ್ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳ ಈ ತರದ ಸೀಳಿಕೆಯು ಸಹಜವಾಗಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಇಲ್ಲಿ ಸೀಳಿಕೆ, ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳ ನಡುವೆ ಹೆಚ್ಚು ನೆಗೆತಗಳಿಗೆ ಸಾಧ್ಯತೆ ನೀಡುತ್ತದೆ.

6) ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ $\Delta n_\phi \pm 1$ ಆಗುತ್ತದೆಯೋ ಅಂಥ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ 'ಆಯ್ಕೆ ನಿಯಮ'ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ H_α ರೇಖೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಮೂರು ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದ. ಆದರೆ H_α ರೇಖೆ ತನ್ನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಐದು ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೊಮ್ಮರ್ ಫೆಲ್ಡ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಆಂಶಿಕ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಕಂಡಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 20.8 ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ

ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ (*vector atom model*)

ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯು ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ - ಬೋರ್ - ಸೊಮ್ಮರ್ ಫೆಲ್ಡ್

ಮಾದರಿಗಳ ವಿಸ್ತರಣೆಯಾಗಿದೆ.

ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯನ್ನು ಬೇರೆ ಮಾದರಿಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಎರಡು : ದಿಶೆಯ (*direction*) ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ಅಥವಾ ದೇಶದ (*space*) ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಗಿರಕಿ (*spin*) ಹೊಡೆಯುವ ಗುಣವಿದೆಯೆಂಬ ಊಹೆ.

ದೇಶದ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ : ಬೋರ್-ಸೊಮ್ಮರ್ ಫೆಲ್ಡ್ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣಗೊಂಡಿದೆ. ಅಂದರೆ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ರೂಪ ನಿಗದಿಯಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗಳ ದಿಶೆ ಅಥವಾ ವಾಲಿಕೆ (*orientation*) ಕೂಡ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣಗೊಂಡಿರಬೇಕು ಎನ್ನುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕೇವಲ ವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಾಲಿಕೆಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅವಕಾಶ. ಅವಕಾಶದ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣವು ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಸದಿಶ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನಾಗಿಸುತ್ತವೆ.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗಿರಕಿ : ರೋಹಿತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಕೀರ್ಣ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಊಲೆನ್‌ಬೆಕ್ ಮತ್ತು ಗೌಡ್‌ಸ್ಮಿಟ್ 1925ರಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಗಿರಕಿ ಇದೆ ಎಂಬ ಊಹೆಯನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದಲ್ಲದೆ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ - ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಭೂಮಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಗುಂಟ ಗಿರಕಿ ಹೊಡೆಯುವಂತೆ .

ದೇಶ ಕ್ವಾಂಟೀಕರಣ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಗಿರಕಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಇತರೆ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದದ್ದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕ್ವಾಂಟೀಕೃತ ಜಿಗಿತ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ವಿವರಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಕೆಲವು ಮಟ್ಟಗಳಿಗೆ ಮಿತ ಸ್ಥಿರಸ್ಥಿತಿ (*metastable state*) ಇರುವುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯು ರೋಹಿತ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆ ಮತ್ತು ಇನ್ನಿತರೆ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **ಲೀಥಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎರಡನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\,Fm^{-1}$, $h = 6.625\times10^{-34}\,\mathrm{J_s}$,

$m = 9.1\times10^{-31}\,\mathrm{kg}$, $e = 1.602\times10^{-19}\,\mathrm{G}$

ಲೀಥಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ $Z = 3$ ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ $n = 2$

$$r_2 = \frac{\varepsilon_0 n^2 h^2}{\pi m Z e^2} = \frac{8.854\times10^{-12}\times(2)^2\times\left(6.625\times10^{-34}\right)^2}{3.142\times9.1\times10^{-31}\times3\times\left(1.602\times10^{-19}\right)^2}$$

$$= \frac{\varepsilon_0 n^2 h^2}{\pi m Z e^2} = \frac{8.854\times10^{-12}\times(2)^2\times\left(6.625\times10^{-34}\right)^2}{3.142\times9.1\times10^{-31}\times3\times\left(1.602\times10^{-19}\right)^2}$$

$$= 0.70\times10^{-10}\text{m}$$

2. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$a_0 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2} = \frac{8.854\times10^{-12}\times\left(6.625\times10^{-34}\right)^2}{3.142\times9.1\times10^{-31}\text{kg}\times\left(1.602\times10^{-19}\right)^2}$$

$$= 0.53\times10^{-10}\text{m} = 0.53\text{Å}$$

3. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\text{V} = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h} = \frac{\left(1.60\times10^{-19}\right)^2}{2\times8.854\times10^{-12}\times6.625\times10^{-34}}$$

$$= 2.18\times10^6\,\text{m/s}$$

4. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$E_1 = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = -\frac{9.1\times10^{-31}\times\left(1.602\times10^{-19}\right)^4}{8\times\left(8.854\times10^{-12}\right)^2\times\left(6.625\times10^{-34}\right)^2}$$

$$= -21.787\times10^{-19}\text{ J}$$

$$= -\frac{21.787\times10^{-19}}{1.602\times10^{-19}} = -13.6eV$$

5. **ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ ಲೈಮನ್ ಸರಣಿಯ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಮತ್ತು ಅದರ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿರಿ. R = 1.097×10^7 m^{-1}**

ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ರೋಹಿತದ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆ

$$\bar{\gamma} = R\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\gamma}} = \frac{1}{0.8-3\times10^7} = 1215\AA$$

6. **ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎರಡನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ 1) ಚಲನಶಕ್ತಿ, 2) ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ, 3) ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಕ್ಷೀಯ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

(1) ಚಲನಶಕ್ತಿ = $E_k = \dfrac{me^4}{8\varepsilon_0^2 n^2 h^2}$ ... (1)

ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ, $n=2$

∴ ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ,

E_k =

$$\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 (2)^2 h^2} = \frac{9.1\times10^{-31}\times\left(1.6\times10^{-19}\right)^2}{8\times\left(8.854\times10^{-12}\right)^2\times4\times\left(6.625\times10^{-34}\right)^2}$$

(1) ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ, $E_p = -\dfrac{me^4}{4\varepsilon_0^2 n^2 h^2}$ ... (2)

(1) ಮತ್ತು (2) ರಿಂದ, $\left|E_p\right| = 2[E_k)$

∴ ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ, $E_p = -2\times 3.385$

(2) ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ, $E = E_k + E_p = 3.385 - 6.77 = -3.38\text{eV}$

(3) ಕಕ್ಷೀಯ ವೇಗ, $u = \dfrac{e^2}{2\varepsilon_0 nh}$

$$= \frac{\left(1.6\times10^{-19}\right)^2}{2\times8.854\times10^{-12}\times2\times6.625\times10^{-34}} = 1.091\times10^6\,\text{m/s}$$

7. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಒಂದು ನಿದಿಷ್ಟ ಪರಮಾಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ $n=3$ ರಿಂದ $n=5$ರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. (1) ಎರಡು ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ, (2) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೀರಿಕೊಂಡ ಶಕ್ತಿ, (3) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರಾರಂಭದ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ನೆಗೆದಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗ ದೂರು, (4) ಉತ್ಸರ್ಜಿತ ವಿಕಿರಣದ ಯಾವ ಸರಣಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು (5) ಮತ್ತು ಅದರ ವಲಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ $= -13.6\text{eV}$

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದತ್ತಾಂಶದ ಪ್ರಕಾರ, $n_1 = 3,\ n_2 = 5,\ E_1 = -13.6\text{eV}$

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

(1) $n=3$ ಆದಾಗ, $E_3 = \dfrac{-13.6}{3^2} = \dfrac{-13.6}{9} = -1.511\text{eV}$

$n=5$ ಆದಾಗ, $E_5 = \dfrac{-13.6}{5^2} = \dfrac{-13.6}{5} = -0.544\text{eV}$

(2) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೀರಿಕೊಂಡ ಶಕ್ತಿ, $\text{E} = \text{E}_5 - \text{E}_3 = -0.544 - (-1.511)$
ಅಥವಾ $E = 0.967\text{eV} = 0.967\times1.6\times10^{-19}\,\text{J} = 1.5472\times10^{-19}\text{J}$

(3) ಉತ್ಸರ್ಜಿತ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗದೂರವನ್ನು $E = \dfrac{hc}{\lambda}$ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^8}{1.5472\times10^{-19}} = 12.8457\times10^{-7}\,\text{m}$$

(4) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನೆಗೆಯುವಿಕೆ $n=3$ ರಿಂದ $n=5$ಕ್ಕೆ ಆದಾಗ ಬರುವುದು ಫ್ಯಾಷನ್ ಸರಣಿ.

(5) ರಕ್ತಾತೀತ ವಲಯ.

8. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿಯು 13eV ಹೀಲಿಯಮ್ ಪರವಸ್ತಾಣುವನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು $n_1 = 1$ ರಿಂದ $n_2 = \infty$ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಶಕ್ತಿ (ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ) $E = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{h_1^2} - \frac{1}{h_2^2}\right)$

ಅಯಾನೀಕರಣವೆಂದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು $n_1 = 1$ರ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೊರದಬ್ಬುದುವುದು, ಅಂದರೆ $n_2 = \infty$ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸುವುದು.

$\therefore$ ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿ (ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ), $\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = 13.6\text{eV}$

ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ, $E_i = \frac{me^4 Z^2}{8\varepsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{h^2}\right)$

ಹೀಲಿಯಮ್‌ಗೆ $Z = 2,\ n_1 = 1,\ E = \frac{\varepsilon_4 me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = 4 \times 13.6$

$= 52.4\,\text{eV}$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಮೊದಲ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ ಕೊಟ್ಟವರು ಯಾರು ?
2. ರುದರ್‌ಫೊರ್ಡ್‌ಮಾದರಿ ಯಾಕೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಲಿಲ್ಲ ?
3. ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಯಾವ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ ?
4. ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗವೆಷ್ಟು ?
5. ಬೋರ್ ಮಾದರಿಯ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ 0.53 Å. ಮೂರನೇ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು ?
6. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
7. ಒಂದನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜವ 2×10^6 m. ಹಾಗಾದರೆ, ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜವ ಎಷ್ಟು ?

8. ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಶಕ್ತಿ –13.6 eV. ಹಾಗಾದರೆ ಎರಡನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜವ ಎಷ್ಟು ?
9. ರಿಡ್‌ಬರ್ಗ್ ನಿಯತಾಂಕದ ಬೆಲೆಎಷ್ಟು ?
10. ಲೈಮನ್ ಸರಣಿ ಪಡೆಯಲು, n_1 ಮತ್ತು n_2 ಗಳ ಬೆಲೆ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
11. ಅತಿ ನೇರಿಳೆ ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ರೋಹಿತ ಸರಣಿ ಯಾವುದು ?
12. ಅವಗೆಂಪು ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ರೋಹಿತ ಸರಣಿ ಯಾವುದು ?
13. ಬಾಮರ್ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರದ ವಿಕಿರಣ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜಿಗಿತ ಹೇಗಿರಬೇಕು ?
14. ಉದ್ರೇಚನೆ ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು ?
15. ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು ?
16. ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ $n = 3$ ಆದಾಗ ಎಷ್ಟು ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಸಾಧ್ಯ ?
17. ಸದಿಶಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
18. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಿಡ್‌ಬರ್ಗ್ ನಿಯತಾಂಕ R ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಲೈಮನ್ ಸರಣಿಯ ಮೊದಲ ರೇಖೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಷ್ಟು ?
19. ಬೋರ್‌ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಗಳಿಗೆ ಹೋದಂತೆ ಅದರ ವಿಭವ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ ?
20. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಗಿರಕಿ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದರೇನು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೋರ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಎರಡು ಮಿತಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
2. ಸೊಮ್ಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
3. ಸದಿಶ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
4. ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾಚಿತ್ರದ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
5. ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮಾದರಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೋರ್ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

2. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ
   ಅ. ಸ್ಥಿರಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
   ಆ. ಕಕ್ಷೀಯ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
   ಸಿ. ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

(ವಿ.ಸೂ. ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳು)

3. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮೀಕರಣ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
4. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ರೇಖಾ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
5. ಸೊಮ್ಮರ್ ಫೆಲ್ಡ್ ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿಯ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ನ ನಾಲ್ಕನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ, ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿ, ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಕ್ಷೀಯ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(0.846eV, –1.692eV, –0.846eV, 0.5455×10^6 m/s)

2. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ $n = 1$ ರಿಂದ $n = 3$ ಕಕ್ಷೆಗೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ (*i*) ಎರಡೂ ಸ್ಥಿತಿಗಳ ಶಕ್ತಿ, (*ii*) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೀರಿಕೊಂಡ ಶಕ್ತಿ, (*iii*) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತನ್ನ ಪ್ರಾರಂಭದ ಕಕ್ಷೆಗೆ ನೆಗೆದಾಗ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗದೂರ, (*iv*) ಉತ್ಸರ್ಜಿತ ವಿಕಿರಣ ಯಾವ ಸರಣಿಗೆ ಸೇರಿದ್ದು, (*v*) ಯಾವ ವಲಯಲಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ್ದು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶಕ್ತಿ = –13.6 eV

(–13.6eV, –1.5eV, 12.1eV, 1.026×10^{-7}m, ಲೈಮನ್ ಸರಣಿ, ನೇರಿಳಾತೀತ)

3. ಪಾಶ್ಚನ್ ಸರಣಿಯ ಅತಿ ಉದ್ದದ ತರಂಗದೂರ 22.91×10^{-7}m (*i*) ರಿಡ್‌ಬರ್ಗ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ, (*ii*) ಸರಣಿಯ ನಾಲ್ಕನೆ ರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರ, (*iii*) ಸರಣಿ ಮಿತಿ - ಇವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
4. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಯಾನೀಕರಣ ಶಕ್ತಿಯು 13.6 eV. ಲಿಥಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಿಸಲು ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು ?
5. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬಾಮರ್ ಸರಣಿಯ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗ ದೂರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($R = 1.096 \times 10^{-7}$ m^{-1}).

(6563Å, 3650Å)

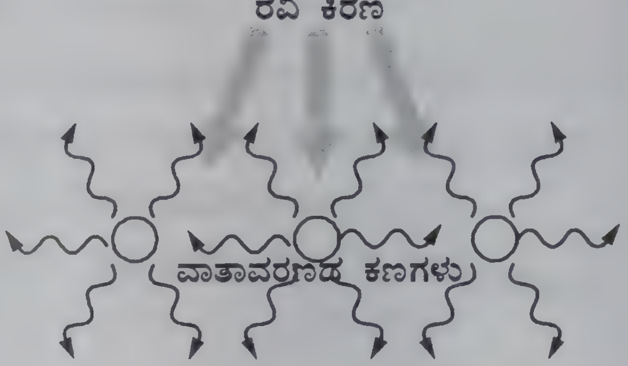
ವಿ.ಸೂ. : ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

೨೧. ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆ

ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆ (*Scattering of light*)

ಭೌತವಸ್ತು ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣ (ಬೆಳಕು)ಗಳ ನಡುವೆ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟಾದಾಗ ವಿಕಿರಣದ ಮೂಲ ಪಥದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಚದರಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬೆಳಕನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಅಣುಗಳು, ದೂಳಿನ ಕಣಗಳು ಮತ್ತು ಇತರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಲ್ಮಶಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಚದರಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 21.1

ಸಜಾತೀಯ (*homogeneous*) ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಎಲ್ಲಾ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಇಂಥ ಮಾಧ್ಯಮದ (ಉದಾ. ಶೂನ್ಯ) ಮೂಲಕ ಯಾವುದೇ ವಿಚಲನೆ ಇಲ್ಲದೆ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸರಣದ ದಿಕ್ಕನ್ನುಳಿದು ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ದ್ಯುತೀಯವಾಗಿ ಸಜಾತೀಯವಲ್ಲದ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸರಣವಾಗುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚದರಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸಜಾತೀಯವಲ್ಲದ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಕಶ್ಮಲ ಕಣಗಳ (ಅನ್ಯ ಪರಮಾಣುಗಳು, ಅಣುಗಳು, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದೂಳಿನ ಕಣಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ) ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಹರಡಿಕೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು. ಬೆಳಕು ಇಂಥ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದು ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳಿಗೆ ಸಂಘಟ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗಳಾಗುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು

ಅಣುಗಳು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಮತ್ತೆ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೊಂಡ ಬೆಳಕು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಶಕ್ತಿ ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಬೇರೆಯೇ ಆಗಿರಬಹುದು.

ಎರಡು ರೀತಿಯ ಚದರಿಕೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. (1) ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ (2) ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ

ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ (*coherent scattering*)

ಯಾವ ಚದರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಚದರಿದ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆ ಬದಲಾಗಿ ತರಂಗದೂರ ಅಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರದಷ್ಟೆ ಇರುತ್ತದೆಯೋ ಅಂಥ ಚದರಿಕೆಯನ್ನು ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ರ್‍ಯಾಲಿ ಹೆಸರಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರಕಾರ, ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಯು ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳ ನಡುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆ (*elastic collision*) ಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಥಿತಿ ಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲ - ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಚದರಿಕೆ ಕಣದ ನಡುವೆ ಶಕ್ತಿಯ ನಿವ್ವಳ 'ಕೊಡು - ಕೊಳ್ಳುವಿಕೆ' ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳು ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡದೆ ಫೋಟಾನನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಚದರಿಕೆ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವರ್ತ ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಉಂಟಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ನಿರ್ಬಂಧ ಎಂದರೆ ಚದರಿಕೆ ಕಣದ ಗಾತ್ರ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರಬೇಕು.

ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ

ಯಾವ ಚದರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಚದರಿದ ಬೆಳಕು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರದೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅಂಥ ಚದರಿಕೆಯನ್ನು ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಗಮನಿಸಿ ಸಜಾತೀಯ ಮಾಧ್ಯಮ - *Homogeneous medium*
ಸಜಾತೀಯವಲ್ಲದ ಮಾಧ್ಯಮ - *Inhomogeneous medium*
(ಅಸಮಜಾತ್ಯ ಮಾಧ್ಯಮ)

ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಚದರಿಕೆ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಅಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆ (*inelastic collision*) ಯಾದಾಗ ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಚದರಿಕೆ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಶಕ್ತಿಯ ನಿವ್ವಳ 'ಕೊಡು - ಕೊಳ್ಳು'ವಿಕೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿಯ ಈ ಬದಲಾವಣೆ ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಗುವುದು ಸಾಧ್ಯ.

(1) ಸಂಘಟ್ಟಿಸಿದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಉದ್ರೇಕಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನ್ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಉದ್ರೇಕಿಸಿದ ನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಫೋಟಾನ್ ಚದರಿಕೆ ಬೆಳಕಾಗಿ ಹೊತ್ತೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಸಹಜವಾಗಿ, ಚದರಿಕೆ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿ, ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಗಿಂತ, ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

(2) ಮೊದಲಿಗೇ ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಸಂಘಟ್ಟಿಸಿದರೆ, ಪರಮಾಣುವೇ ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಫೋಟಾನಿಗೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುವು ಫೋಟಾನಿಗೆ ನೀಡಿದ ಶಕ್ತಿಯು ಅದು ತನ್ನ ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಕೆಳ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಧುಮುಕುವಾಗ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಚದರಿಕೆ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಮತ್ತದರ ಆವೃತ್ತಿಯು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೃತ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಚದರಿಕೆ ಕಣದ ಗಾತ್ರವು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನಿನ ತರಂಗದೂರಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡದಿದ್ದಾಗ ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಬೆಂಜೀನ್, ಟಾಲೀನ್ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ದ್ರವಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಆಗುವುದು ಇದೇ.

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವು ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ

ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರ ನೀಲಿ

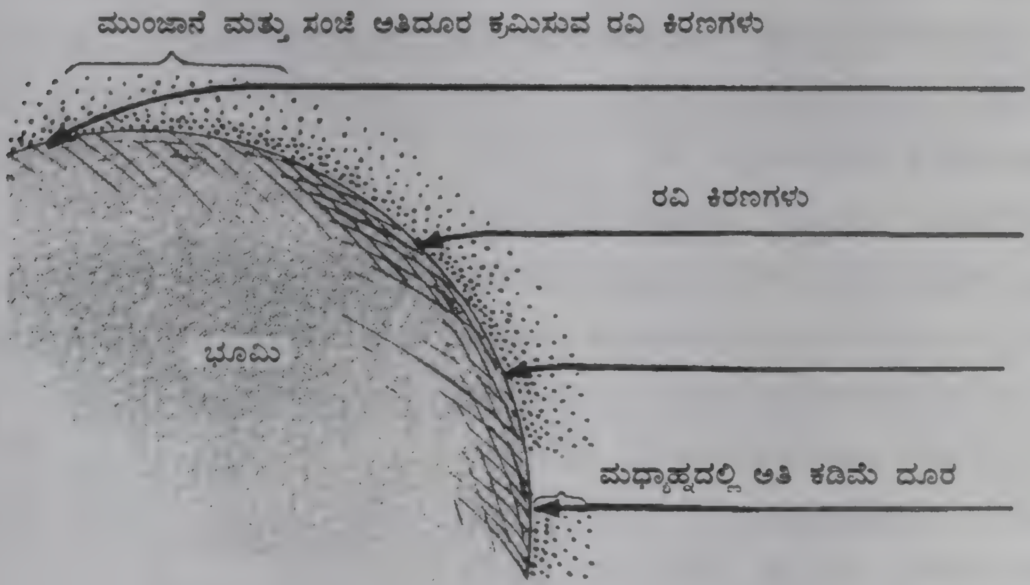
ಆಕಾಶ ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಲಾರ್ಡ್ ರ್‍ಯಾಲಿ 1871ರಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡಿದ. ಆತನ ಪ್ರಕಾರ, ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆಯು ಚದರಿಕೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಚದರಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರ ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ, ಚದರಿಕೆ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ತರಂಗದೂರದ ನಾಲ್ಕನೆ ಘಾತಕ್ಕೆ $\left(1/\lambda^4\right)$ ವಿಲೋಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ರ್‍ಯಾಲಿಯ ಚದರಿಕೆ ನಿಯಮ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ, ಕೆಂಬೆಳಕು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ನೇರಿಳೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ ಚದರಿಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ.

ನಾವು ಆಕಾಶದೆಡೆಗೆ ನೋಡಿದಾಗ, ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುವುದು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಅಣುಗಳು, ನೀರಿನ ಆವಿ ಮತ್ತು ದೂಳಿನ ಕಣಗಳು ಚದರಿಕೆ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು. ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರ ಇರುವ ಬೆಳಕು ಗಾಳಿಯ ಅಣುಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಚದರಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕು ನೋಡುಗನ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರದ ನೀಲಿ ಬಣ್ಣವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆಕಾಶವು ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಸಮುದ್ರವು ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವುದಕ್ಕೂ ಇದೇ ಕಾರಣ.

ಸೂರ್ಯಾಸ್ತ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯೋದಯದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು

ಮುಳುಗುತ್ತಿರುವ ಮತ್ತು ಉದಯಿಸುತ್ತಿರುವ ಸೂರ್ಯ ಕ್ಷಿತಿಜದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳು ನೋಡುಗನನ್ನು ತಲುಪುವುದಕ್ಕೆ ಮುನ್ನ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿಯೂ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಭೂಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹತ್ತಿರವಾದ ವಾತಾವರಣವು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂಳು ಮತ್ತು ಮಂಜಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರವಿರುವ ನೀಲಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲ ಬಣ್ಣಗಳು ನೋಡುಗನನ್ನು ತಲುಪುವ ಬೆಳಕಿನ ಪಥದಿಂದ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಚದರಿ ದೂರಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನೋಡುಗನನ್ನು ತಲುಪುವ ಬೆಳಕು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗುವಾಗ ಮತ್ತು ಏರುವಾಗ, ಕೆಂಪಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.



ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆ

ಚಿತ್ರ 21.2

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ

ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು : ಕೆಲವು ಜೈವಿಕ ದ್ರವಗಳಿಂದ ಚದರಿದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ಆವೃತ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಆವೃತ್ತಿಯ ಬೆಳಕು ಇರುವ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

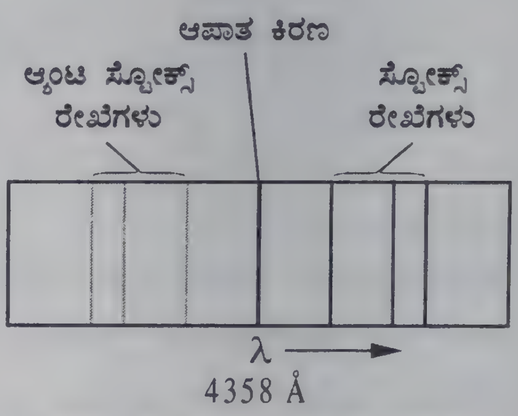


ಸರ್ ಸಿ.ವಿ. ರಾಮನ್

ಪಾರಕ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕು ಹಾಯುವಾಗ ಇದರ ಚದರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವ್ಯತ್ಯಯವೇ ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವು ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಬೆನ್‌ಜೀನ್, ಟಾಲೀನ್ ಮುಂತಾದ ಜೈವಿಕ ದ್ರವಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ಬೆಳಕು ಚದರುತ್ತದೆ. ಚದರಿದ ಬೆಳಕನ್ನು ರೋಹಿತದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ದಿಶೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಅವಲೋಕಿಸಿದರೆ ಮೂರು ಗುಂಪಿನ ರೇಖೆಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಮಧ್ಯದ ಅಥವಾ ಪ್ರಧಾನ ರೇಖೆಯು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆ ಗುಂಪು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ಆವೃತ್ತಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಮೂರನೆ ಗುಂಪು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿನ ಆವೃತ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಆಂಟಿಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳು ಆಂಟಿಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ರೇಖೆಗಳ ನಡುವಿನ ಜಾಗವು ಮಧ್ಯದ ರೇಖೆಗೆ ಸಮ್ಮಿತ್ರಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಬಲವಾಗಿ ಧ್ರುವೀಕೃತಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಯೋಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆ : ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಲು ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ವಿವರ ಹೀಗಿದೆ. ಒಂದು ಗೋಲಾಕಾರದ ಗಾಜಿನ ಸೀಸೆ (ಫ್ಲಾಸ್ಕ್). ಅದರಲ್ಲಿ ದೂಳುರಹಿತ ಬೆನ್‌ಜೀನ್ ಇದೆ. ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಛಾಪದಿಂದ ಫಿಲ್ಟರ್ (ಸೋಸುಕ) ಆದ ಛಾಪದೀಪದ 4358Å ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕನ್ನು ದ್ರವದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚದರಿದ ಬೆಳಕನ್ನು ಆಪಾತ ಬೆಳಕಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಿದ ರೋಹಿತದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಅವಲೋಕಿಸಬಹುದು. ಅವಲೋಕಿಸಿದ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳು ಮತ್ತು ಆಂಟಿಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಧಾನ ರೇಖೆ ಇರುವುದು ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 21.3 ರಾಮನ್ ರೇಖೆಗಳು

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಅನ್ವಯಗಳು

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು

(1) ಅಣು ರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ

(2) ಅಣುಗಳ ಭ್ರಮಣ ಮತ್ತು ಕಂಪನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ

(3) ಅಣುಗಳ ಭ್ರಮಣ ಮತ್ತು ಸಮರೂಪಿ ಘಟಕಗಳಂಥ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ

(4) ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವು ಎಕ್ಸ್ - ಕಿರಣ ಸ್ಫಟಿಕ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಪೂರಕವಾದುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದು ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿನ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಅನೇಕ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

(5) ಎಲ್ಲಾ ಮೂರು ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳ ರಚನೆಗೆ.

(6) ರಾಸಾಯನಿಕ ಬಂಧ, ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭಜನೀಯ ವಿಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ಜಲವಿಭಜನೆಯಂಥ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

(7) ಫೋಟಾನಿಕ್ಸ್ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ, ಸಿಲಿಕಾನ್ ಲೇಸರ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ನೆರವಿಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬಳಸುವ ತೀರ್ಮಾನ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಬೆಳಕಿನ ಚದರಿಕೆ ಎಂದರೇನು ?
2. ಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆ ಎಂದರೇನು ?
3. ಅಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗೂ ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಗೂ ಏನು ಸಂಬಂಧ ?
4. ಅಸಂಸಕ್ತ ಚದರಿಕೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
5. ಆಕಾಶ ನೀಲಿಯಾಗಿರಲಿ ಏನು ಕಾರಣ ?
6. ಸಮುದ್ರದ ನೀಲಿಗೆ ಏನು ಕಾರಣ ?
7. ಸೂರ್ಯಾಸ್ತ ಅಥವಾ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶ ಕೆಂಪಾಗಿರಲಿ ಏನು ಕಾರಣ ?
8. ರಾಮನ್ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ರೇಖೆಗಳ ವಿಶೇಷತೆ ಏನು ?
9. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ರ್‍ಯಾಲೀ ಚದರಿಕೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
2. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿದೆ.

೨೨. ಲೇಸರ್

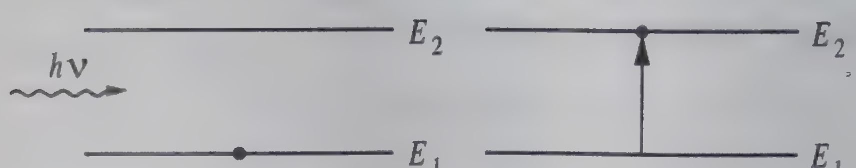
ಲೇಸರ್ ಎಂಬುದು 'ವಿಕಿರಣದ ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರವರ್ಧನೆ' ಎಂಬುದರ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪ. *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER) ಪದಗಳ ಪ್ರಥಮಾಕ್ಷರಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಪದ.



ಥಿಯೊಡರ್ ಮೈಮನ್ ಲೇಸರ್ ತೋರಿಸುತ್ತಿರುವುದು

ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದಂಡವು ಅಧಿಕವಾಗಿ ಸಂಸಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ, (*coherent*) ಅಧಿಕವಾಗಿ ಏಕವರ್ಣೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ, (*monochromatic*) ಮತ್ತು ಅಧಿಕವಾಗಿ ದಿಶಾ ನಿರ್ದೇಶಕ (*directional*) ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ 1917ರಲ್ಲಿ ಪರಿಚಯಿಸಿದ್ದರು. ಹೊರ ಆಕರದಿಂದ ಹೊರಟ ಫೋಟಾನು ಪರಮಾಣುವೊಂದನ್ನು ಆಪಾತಿಸಿದಾಗ ಪರಮಾಣುವು ಸೂಕ್ತ ಮೊತ್ತದ ಶಕ್ತಿ $(h\nu = E_2 - E_1)$ ಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಭೂಸ್ಥಿತಿ (E_1) ಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟ (E_2) ಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ.

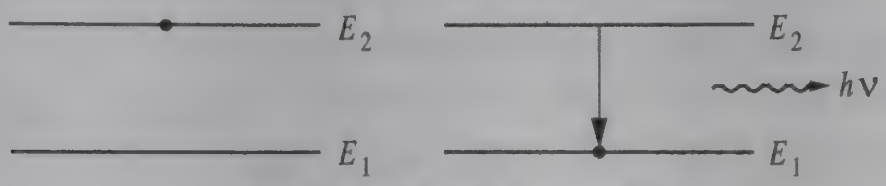


ಚಿತ್ರ 22.1 ಪ್ರೇರಿತ ಹೀರಿಕೆ

ಶಕ್ತಿಯ ಹೀರಿಕೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಇಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸಿದೆ ಅಥವಾ ಉದ್ದೀಪಿಸಿದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರೇರಿತ ಅಥವಾ ಉದ್ದೀಪಿತ ಹೀರಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಸೂಚಿಸಬಹುದು : ಪರಮಾಣು + ಫೋಟಾನ್ → ಪರಮಾಣು (ಚಿತ್ರ 22.1). ಪರಮಾಣು ಉದ್ರೇಕಿತ ಪರಮಾಣು.

ಪರಮಾಣುವೊಂದು ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯ ಇರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇದು 10ns. ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವೊಂದು ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ಸಮಯವನ್ನು ಅದರ ಜೀವಿತಾವಧಿ (*life time*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಜೀವಿತಾವಧಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ರೇಕಿತ ಪರಮಾಣುವು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತನ್ನ ಭೂಸ್ಥಿತಿಗೆ ವಾಪಸ್ಸು ನೆಗೆಯುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಫೋಟಾನೊಂದರ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸ್ವಪ್ರೇರಿತ ಉತ್ರ್ಸಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಸೂಚಿಸಬಹುದು : ಪರಮಾಣು → ಪರಮಾಣು + ಫೋಟಾನ್ (ಚಿತ್ರ 22.2)



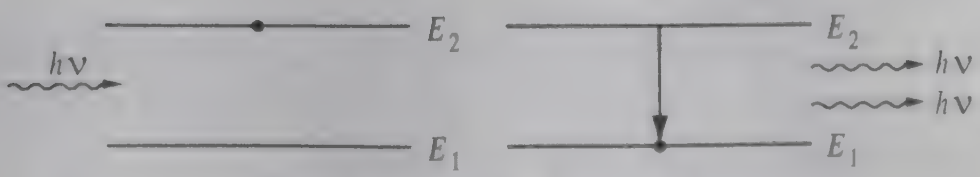
ಚಿತ್ರ 22.2 ಸ್ವಪ್ರೇರಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ

ಸ್ವಪ್ರೇರಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಬೆಳಕು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದು ಸಂಸಕ್ತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಏಕವರ್ಣೀಯವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ದಿಶೆ ನಿರ್ದೇಶಕವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ - ಲೇಸರ್ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್‌ಕ್ರಿಯೆ (ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ) ಶಕ್ತಿಯ ಫೋಟಾನೊಂದು ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಆಪಾತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ, ಫೋಟಾನು ಪರಮಾಣುವಿನ ಜೊತೆ ವರ್ತಿಸಿ ಪರಮಾಣುವು ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಫೋಟಾನು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಆಪಾತ ಫೋಟಾನು ಪರಮಾಣುವು ನೆಗೆಯುವಂತೆ ಪ್ರಚೋದಿಸಿದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಆಪಾತ ಫೋಟಾನು ಉದ್ರೇಕಿತ ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ಹೊಸ ಫೋಟಾನೊಂದು ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಕೆಯನ್ನು **ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ರ್ಸಜನೆ** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೊರಬೀಳುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಆಪಾತ ಫೋಟಾನು ಮತ್ತೊಂದು ಪರಮಾಣು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದ ಫೋಟಾನು. ಈ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಹೀಗೆ ಸೂಚಿಸಬಹುದು: ಪರಮಾಣು + ಫೋಟಾನು → ಪರಮಾಣು + 2 ಫೋಟಾನುಗಳು (ಚಿತ್ರ 22.3)

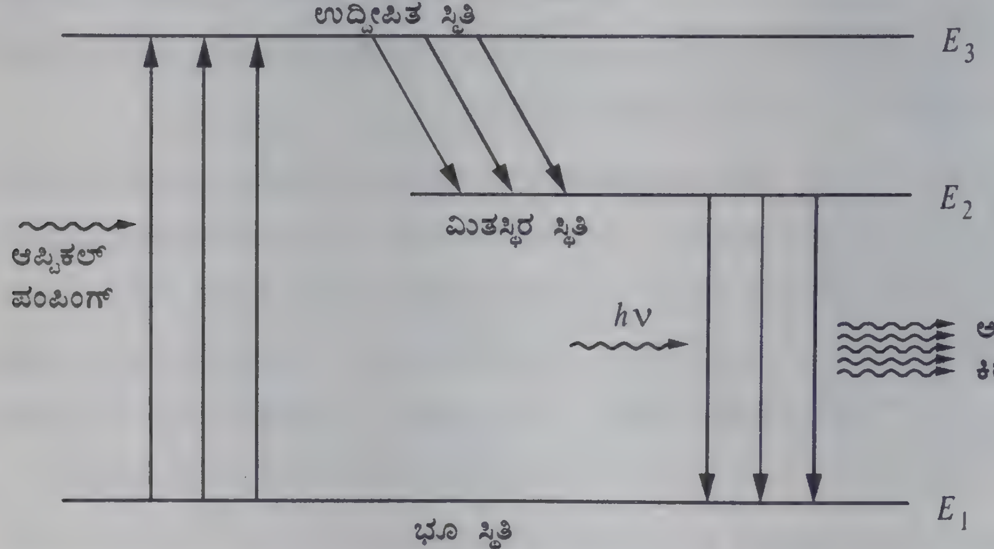


ಚಿತ್ರ 22.3 ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ

ಹೀಗೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಎರಡು ಫೋಟಾನುಗಳೂ ಒಂದೇ ಶಕ್ತಿ, ಒಂದೇ ದಿಶೆ ಮತ್ತು ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ (*phase*) ಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಿಂದ ಬೆಳಕು ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಲೇಸರ್ ಕಾರ್ಯ (*laser action*)

ಒಂದೇ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಮೂಹವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ. ಸೂಕ್ತ ಶಕ್ತಿಯ ಫೋಟಾನೊಂದು ಈ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಎರಡು ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೀಗೆ ಮುಂದುವರಿದು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಫೋಟಾನುಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದಲ್ಲೆ, ತುಂಬ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಫೋಟಾನುಗಳ ಕಿರಣ ದಂಡ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಿರಣ ದಂಡವು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ದಂಡವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು **ಲೇಸರ್ ಕಾರ್ಯದ ಮೂಲ ತತ್ವ** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 22.4

ಸಮಷ್ಟಿ (ಸಂದಣಿ) ಪ್ರತಿಲೋಮನ (*population inversion*)

ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಮಷ್ಟಿ ಪ್ರತಿಲೋಮನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಉಷ್ಣೀಯ ಸಮತೋಲನದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಯಾವುದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ತತ್ವ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಈ ತತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ ನಿಗದಿತ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉನ್ನತ ಶಕ್ತಿ

ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತ ಹೀರಿಕೆಯು ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಆಪಾತಿಸಿದ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೀರಿಕೆಗೆ ಒಳಪಡುತ್ತವೆ. ಬಹು ಬೇಗದಲ್ಲೆ ಆಪಾತ ಫೋಟಾನುಗಳು ಖಾಲಿಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯು ತಡೆಯಿಲ್ಲದೆ ನಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N_2 ಯಾವಾಗಲೂ ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N_1 ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು. ಲೇಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಇದು ತುಂಬಾ ಮುಖ್ಯವಾದ ಉಪಾಧಿ. ಅಂದರೆ, ಸತತವಾಗಿ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಾವು ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ $N_2 < N_1$ ಸಂಖ್ಯಾಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು $N_2 > N_1$ ಸಂಖ್ಯಾಸ್ಥಿತಿಗೆ ವಿಲೋಮಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು **ಸಮಷ್ಟಿ (ಸಂದಣಿ) ಪ್ರತಿಲೋಮನ** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಪಂಪಿಂಗ್

ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ (*metastable state*) ರವಾನಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಪಂಪಿಂಗ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಎರಡು ಮಟ್ಟದ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯಾ ಪ್ರತಿಲೋಮನವನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಪ್ರೇರಿತ ಹೀರಿಕೆ ಮತ್ತು ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ಅವಕಾಶಗಳು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಾಗ, ಅಲ್ಲಿ ಸದಾ ಫೋಟಾನುಗಳ ನಿವ್ವಳ ಹೀರಿಕೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ, ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಫೋಟಾನುಗಳು ಕಾಣೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ.

ಸಂಖ್ಯಾಪ್ರತಿಲೋಮನವನ್ನು ಸಾಧಿಸಬೇಕಾದರೆ ನಾವು ಬೇರೆಯದೇ ತಂತ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಮೂರು ಮಟ್ಟದ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅಗತ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳು ಮೂರನೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟವೊಂದನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟವು ಭೂಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯ ನಡುವೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಜೀವಮಾನ ಕಾಲ ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜೀವಮಾನ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು 10^5 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಬದುಕುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ **ಮಿತಸ್ಥಿರ (ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಸ್ಥಿರ) ಸ್ಥಿತಿ** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇವುಗಳು ಲೇಸರ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಏರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಮಾಣುವು ವಿಕಿರಣ ರಹಿತ ಬದಲಾವಣೆಯ ಮೂಲಕ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕ್ಷಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದು ವಿಕಿರಣ ರಹಿತ ಬದಲಾವಣೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೀರಿಕೊಂಡುಬಿಡುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ರವಾನಿಸುವ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು **ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಪಂಪಿಂಗ್** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಅಡ್ಡಾಡುತ್ತಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಫೋಟಾನು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುವೊಂದಕ್ಕೆ ಆಪಾತಿಸಿದಾಗ ಅದು ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ಫಲಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜೀವಮಾನ ಕಾಲವು ಉದ್ರೇಕಿತ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜೀವಮಾನ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚು ಹೊತ್ತು ಇರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರಚೋದಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ನಷ್ಟವಾಗುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಭೂಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಲೇಸರನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಸಂಖ್ಯಾಪ್ರತಿಲೋಮನವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಲೇಸರ್‌ನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು

(1) ಲೇಸರ್ ದಂಡದ ತೀವ್ರತೆ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚು.

(2) ಎಲ್ಲಾ ಫೋಟಾನುಗಳು ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

(3) ಇದು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

(4) ಇದು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಏಕವರ್ಣೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

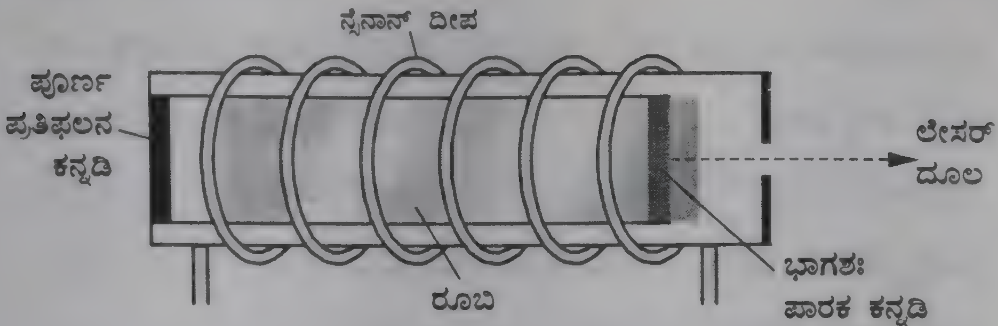
(5) ಇದು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಸಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಕರಗಳ ನಡುವೆ ವ್ಯತಿಕರಣ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸರಳ ರೇಖೆ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. (ದಿಶಾ ನಿರ್ದೇಶಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ) ಮತ್ತು ವಿಚಲನೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ರೂಬಿ ಲೇಸರ್

ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ : ಇದರಲ್ಲಿ ಉರುಳೆಯಾಕಾರದ ಒಂದೂ ರೂಬಿ ಸರಳಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಉದ್ದ ಸುಮಾರು 8 ಸೆಂ.ಮೀ. ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸ 5 ಮಿ.ಮೀ. ಇರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 22.5) ರೂಬಿಯು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ $Al_2O_3Cr^{3+}$ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು, Al^{3+} ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ ಅಯಾನುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ರೂಬಿಗೆ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣವನ್ನು ನೀಡಿರುತ್ತದೆ.

ಸರಳಿನ ಎರಡೂ ಸಮತಲ ಮುಖಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮೆರುಗುಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕನ್ನಡಿಯಂತೆ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸಿಲ್ವರ್ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 22.5

ಭಾಗಶಃ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಭಾಗಶಃ ಸಿಲ್ವರ್ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಕ್ಸಿನಾನ್ ದೀಪವು ಸುರುಳಿಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರೂಬಿ ಸ್ಪಟಿಕವನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದಿರುತ್ತದೆ. ಅದು 5500 Å ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಉದ್ರೇಕಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಅದು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ 0.03 ಜೀವಮಾನ ಕಾಲದ ಮಿತಸ್ಥರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ ಅಯಾನು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ನೆಗೆದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸ್ಪಟಿಕದಲ್ಲಿರುವ ಇತರೆ ಅಯಾನುಗಳು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಭೂಸ್ಥಿತಿಗೆ ನೆಗೆದಾಗ, ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ ಅಯಾನುಗಳ ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಫೋಟಾನುಗಳ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 22.5) ಉದ್ದೀಪನೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಈ ಫೋಟಾನುಗಳು ಕನ್ನಡಿಗಳ ನಡುವೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸರಳಿನ ಉದ್ದವು ಸರಿಯಾಗಿ ಸರಳಿನೊಳಗೆ ಬಂಧಿಯಾದ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗದೂರದ ಅರ್ಧದ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗುಣಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ $\left(n\frac{\lambda}{2}\right)$. ಇದು ದ್ಯುತೀಯವಾಗಿ ಸ್ಥಾಯಿಯಾದ ತರಂಗ (*opticlly standing wave*) ವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯ. ಬೆಳಕಿನ ದಂಡವು ಎರಡು ತುದಿಗಳ ಮೇಲೂ ಲಂಬವಾಗಿ ಅಪಾತಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ರೂಬಿ ಉರುಳೆಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1% ನಷ್ಟು ಅರ್ಧ ಸಿಲ್ವರ್ ಮಾಡಿದ ಮುಖದಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ದಂಡ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿನ ಲೇಸರ್, ಸ್ಪಂದ ಲೇಸರ್ (*pulsed laser*). ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಕಾಲಾವಧಿಯ ಅಧಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸ್ಪಂದಗಳಿಂದ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಲೇಸರ್‌ನ ಅನ್ವಯಗಳು

ಲೇಸರನ್ನು :

(1) ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ

(2) ಕಣ್ಣಿನ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆ

(3) ಗಡುಸಾದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯಲು

(4) ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಬೆಸುಗೆ ಹಾಕಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

(5) ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ,

(6) ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ನಡುವಿನ ದೂರ ಅಳೆಯಲು,

(7) ವಿಮಾನಗಳು ಮತ್ತು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಂಥ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು,

(8) ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಲು,

(9) ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ದೂರದ ಲಕ್ಷ್ಯವನ್ನು ತಾಗುವಂತೆ ಮಿಸೈಲ್‌ಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು,

(10) ಎರಡು ಮೈಲು ಉದ್ದದ ರೇಖೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಸಾಲುಗೂಡಿಸಲು ಸಹ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಫೋಟಾನಿಕ್ಸ್ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯ

ಫೋಟಾನುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ, ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ಪತ್ತೆಕಾರ್ಯದೊಂದಿಗೆ ವ್ಯವಹರಿಸುವ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಶಾಲಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನಿಕ್ಸ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಫೋಟಾನುಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗಿಂತ ಅನೇಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳು ತುಂಬಾ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಬಹುತೇಕ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುತ್ತವೋ ಆ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುದಿಲ್ಲ. ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಇದು ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಲಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ *LED* ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ದ್ಯುತಿತಂತುವಿನಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸಬಹುದು. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಕಾರ್ಯನಿರತವಾಗಿ ಮಾಡಿ, ಈಗ ತಾಮ್ರವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್ ಬಳಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ವಿಶ್ವ ವಿಖ್ಯಾತ 'ಇಂಟೆಲ್' ಸಂಸ್ಥೆ ಮಡುತ್ತಿದೆ. ಕೆಲವೇ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸ್ಥಾನವನ್ನು, ಮಾಹಿತಿ ರವಾನಿಸುವೆಡೆಯಲ್ಲಿ, ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಲಿವೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಲೇಸರ್ ಶಬ್ದ ಯಾವುದರ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತರೂಪ ?
2. ಪ್ರೇರಿತ ಹೀರಿಕೆ ಎಂದರೇನು ?
3. ಸ್ವಪ್ರೇರಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎಂದರೇನು ?
4. ಉದ್ದೀಪಿತ ಉತ್ಸರ್ಜನೆ ಎಂದರೇನು ?
5. ಉದ್ದೀಪಿತ ಬೆಳಕಿನ ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣಗಳೇನು ?
6. ಸಮಷ್ಟಿ ಪ್ರತಿಲೋಮನ ಎಂದರೇನು ?
7. ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಪಂಪಿಂಗ್‌ನ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
8. ಮಿತಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿ ಎಂದರೇನು ?
9. ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ಲಕ್ಷಣಗಳೇನು ?
10. ಲೇಸರ್‌ನ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿಗೂ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಿವರಿಸಿ.
2. ಲೇಸರ್ ಕಾರ್ಯ ವಿವರಿಸಿ.
3. ರೂಬಿ ಲೇಸರ್, ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಫೋಟಾನಿಕ್ಸ್‌ನ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯ ನೀಡಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶವುಂಟು.

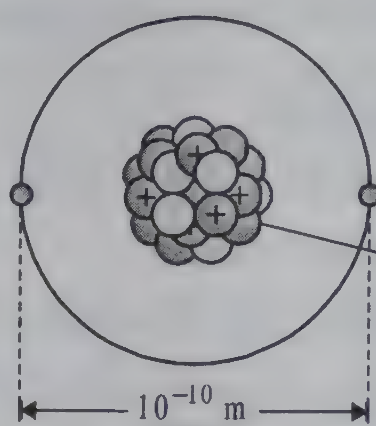
೨೩. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು (*Characteristics of Nucleus*)

ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಗಾತ್ರ

ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದೆಂದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ನಾವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ಅಂದಾಜನ್ನು ಮಾಡಬಹುದಷ್ಟೆ. ಅವುಗಳು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಗೋಲಾಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 23.1

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಗಾತ್ರ (*volume*) (V) ವು ಪರಮಾಣು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ (A) ಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ.

$$V \propto A \qquad \ldots (1)$$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯ R ಆಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

ಅಥವಾ, $$V \propto R^3 \qquad \ldots (2)$$

(1) ಮತ್ತು (2) ರಿಂದ, $R \propto A^{\frac{1}{3}}$

ಅಥವಾ $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$

ಇಲ್ಲಿ R_0 ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಅದರ ಬೆಲೆ $1.2\times10^{-15} m = 1.2 Fm$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಒಂದು Fm ನಿಂದ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು Fm ವರೆಗಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : $10^{-15} m$ ಅನ್ನು ಫರ್ಮಿ ಅಥವಾ ಫೆಮ್ಟೋಮೀಟರ್ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದ್ಯುದಂಶ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುದಂಶವೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ವಿದ್ಯುದಂಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ತಟಸ್ಥ. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಮೇಲಿನ ನಿವ್ವಳ ವಿದ್ಯುದಂಶವು ಧನವಾಗಿದ್ದು ಅದು ಒಟ್ಟು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ವಿದ್ಯುದಂಶಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೊಟಾನಿನ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶವು ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಬೆಲೆ $|e| = 1.602\times10^{-19} C$. Z ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೆ ಆಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ವಿದ್ಯುದಂಶವು $+Ze$.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಶಿ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನ್‌ಗಳ ರಾಶಿಯ ಒಟ್ಟು ಮೊತ್ತವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಶಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೊಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ **ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

Z ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು A ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರುವ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಶಿ $\boxed{m = (Z)m_p + (A - Z)m_n}$. ಇಲ್ಲಿ m_p ಪ್ರೊಟಾನಿನ ವಿಶ್ರಾಂತ ರಾಶಿ ಮತ್ತು m_n ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ವಿಶ್ರಾಂತ ರಾಶಿ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆ (*nuclear density*)

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಗಾತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ (*ratio*) ಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯ $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಗಾತ್ರ $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \left(R_0 A^{\frac{1}{3}} \right)^3 = \frac{4}{3}\pi R_0{}^3 A$

ಪ್ರೊಟಾನಿನ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಸಮ. $m_p \cong m_n \cong m$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರಾಶಿ $M = mA$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಏಕಮಾನ ಗಾತ್ರದ ರಾಶಿ, ಅಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸಾಂದ್ರತೆ,

$$\rho = \frac{M}{v} = \frac{mA}{4/3\pi R_0{}^3 A} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad \rho = \frac{3m}{4\pi R_0{}^3}$$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚು ಕಮ್ಮಿ ಸಮ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು m ಮತ್ತು R_0 ಗಳ ಪ್ರಮಾಣಕ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಬೆಲೆ $10^{17}\ \mathrm{kg^{-3}}$ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಬರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಗಿರಕಿ (*nuclear spin*)

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಂತೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಕೂಡ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ - ಕಕ್ಷೀಯ ಚಲನೆ (*orbital motion*) ಮತ್ತು ಗಿರಕಿ ಚಲನೆ (*spin motion*). ಈ ಎರಡೂ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗೆ ಒಡನಾಡಿಯಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು ಕಕ್ಷೀಯ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗ (*orbital angular momentum*) ಮತ್ತು ಗಿರಕಿ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗ (*spin angular momentum*) ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇಡಿಯಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಅಂತರ್ಗತವಾದ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗ (*intrinsic angular momentum*) ವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಘಟಕ ಕಣಗಳ ಕಕ್ಷೀಯ ಮತ್ತು ಗಿರಕಿ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗಗಳ ಒಟ್ಟು ಫಲಿತ (*resultant*) ವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಷಿಯರ್ ಗಿರಕಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ (*nuclear magnetic moment*)

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ, ಪ್ರೊಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಕಕ್ಷೀಯ ಮತ್ತು ಆವರ್ತನ ಚಲನೆಯೊಂದಿಗೆ ಒಡನಾಡಿಯಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವಗಳು ಇವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಇಡಿಯಾಗಿ ಅಂತರ್ಗತ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಘಟಕ ಕಣಗಳ ಕಕ್ಷೀಯ ಮತ್ತು ಗಿರಕಿ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವಗಳ ಒಟ್ಟು ಫಲಿತವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ದ್ರವಬಿಂದು ಮಾದರಿಯ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ (*Qualitative explanation of liquid drop model*)

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಈ ಮಾದರಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಪ್ರತಿರೂಪ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಗುಣಗಳನ್ನು ಅಸಂಪೀಡಿತ ದ್ರವ ಹನಿಯ ಗುಣಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನ್‌ಗಳು ದ್ರವ ಹನಿಯ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಸದೃಶವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

(1) ದ್ರವದಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಕೂಡ ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಗೋಲಾಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

(2) ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎರಡೂ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ.

(3) ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಬಲವು ದ್ರವ ಬಿಂದುವಿನ ಮೈಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರಂತೆಯೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ವಿಭವ ಪ್ರತಿಬಂಧವಿದೆ (*potential barrier*).

(4) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಕಿರು-ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಬಲಗಳು (*short - range*) ದ್ರವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಕಿರು - ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಬಲಗಳಿಗೆ ಸಂವಾದಿಯಾಗಿವೆ.

(5) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಕ್ಷಯಿಕೆಯು ದ್ರವವು ಆವಿಯಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ.

(6) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಲನವು ದ್ರವವು ಎರಡು ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂವಾದಿಯಾಗಿದೆ.

(7) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯು ದ್ರವದ ಆವೀಕರಣ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

(8) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಶಕ್ತಿಯು ದ್ರವದ ಅಣುಗಳ ಆಂತರಿಕ ಕಂಪನಕ್ಕೆ ಸಂವಾದಿಯಾಗಿದೆ.

(9) ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ನಿರ್ಮಾಣವು ದ್ರವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ.

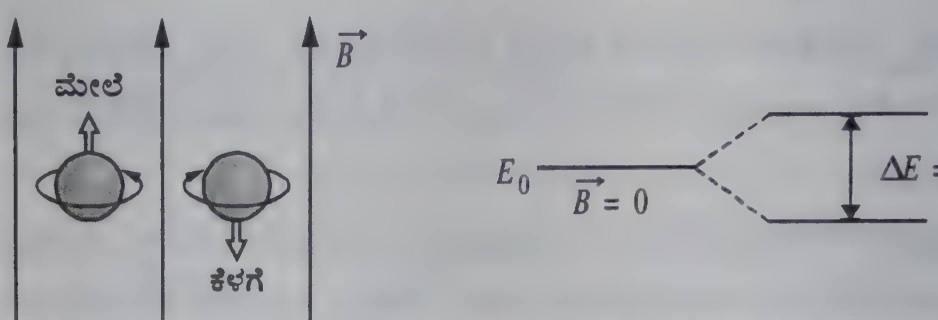
ಗಮನಿಸಿ : ಈ ಮಾದರಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ, ಸಾಮೂಹಿಕ ಚಲನೆ, ಕ್ಷಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿರುವ ಗಿರಕಿ ಮತ್ತು ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಈ ಮಾದರಿ ಸೋತಿದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ (*Nuclear Magnetic Resonance - NMR*) **ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ :**

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಗಿರಕಿಯು ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲು ಗಿರಕಿ (*spin up*) ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ಕೆಳ (*spin down*) ಗಿರಕಿ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ತಿರುಗುಮುರುಗಾಗುವುದನ್ನು ಗಿರಕಿ ಹಿಂಲಾಗ (*spin flipping*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಗಿರಕಿಯು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಮಗುಚಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಗಿರಕಿ ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗ ಮತ್ತು ಗಿರಕಿ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವಗಳು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿ ಗಿರಕಿ ಕಾಂತೀಯ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವ (*spin magnetic dipole moment*) ದ ಘಟಕಗಳು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸಾಲುಗಟ್ಟಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಎರಡು ಕ್ವಾಂಟೀಕೃತ ದಿಕ್ಕುಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ (*parallel*) ಮತ್ತೊಂದು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ (*anti parallel*) ಅಂದರೆ, ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳು ಮೇಲು ಗಿರಕಿ ಮತ್ತು ಕೆಳ ಗಿರಕಿ ಎಂದು ಎರಡು ಉಪ-ಮಟ್ಟಗಳಾಗಿ ಸೀಳಿಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 23.1).



ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಂಟೀಕೃತ ದಿಶೆಗಳು   ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಗಳು

ಚಿತ್ರ 23.1

ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವ ಘಟಕಗಳು ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಮೇಲು ಗಿರಕಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಘಟಕಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಕೆಳ ಗಿರಕಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಸಹಜವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದ ಮೇಲು-ಗಿರಕಿ ವಾಲಿಕೆ ಇರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಎರಡು ಮಟ್ಟಗಳ ನಡುವಿನ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ 2μB ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈಗ ನಾವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ, ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಸೂಕ್ತ ಮೊತ್ತದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ವಾಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ತಿರುಗುಮುರುಗಾಗುತ್ತವೆ (ಮೇಲು - ಗಿರಕಿ ಕೆಳ - ಗಿರಕಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತದೆ) ಗಿರಕಿಯು ತಿರುಗುಮುರುಗಾಗುವ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಿರಕಿ ಹಿಂಲಾಗ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಗಿರಕಿ ಹಿಲಾಂಗದ ಕಾರಣವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

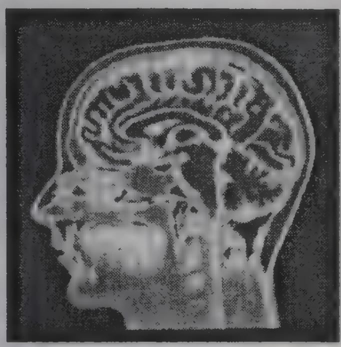
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ ಆಗಬೇಕಾದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣದ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆ ಇರಬೇಕು. ಇದನ್ನು $h\nu = 2\mu B$ ಸಮೀಕರಣ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ h ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ, μ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಗಿರಕಿ

ಕಾಂತೀಯ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಮಹತ್ವ ಮತ್ತು *B* ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಇದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಉಪಾಧಿಯಾಗಿದೆ.

NMR ನ ಅನ್ವಯ : ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ ಚಿತ್ರ (*magnetic resonance imaging*)

NMR ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ ಚಿತ್ರ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ರೋಗನಿದಾನಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಾಹ್ಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರಕ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವದ ಮಿತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಆವರಿಸಿದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಉದ್ರೇಕಗೊಂಡ ನಂತರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಕೆಳಗಿನ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಜಿಗಿಯಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲವನ್ನು ವಿಶ್ರಾಂತಿ ಅವಧಿ (*ralaxation time*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ವಿಶ್ರಾಂತಿ ಅವಧಿ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.



ಮಿದುಳು

ಮನುಷ್ಯ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ಅಂಗಾಂಶಗಳ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಅವುಗಳ ವಿಶ್ರಾಂತ ಅವಧಿ ಪ್ರಭಾವಿತಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ದೇಹದ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಬಲವಾದ ಬಾಹ್ಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಸಯನಿಕ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಅಂಗಾಂಶಗಳು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಗಿರಕಿ ಹಿಂಲಾಗದ ತಂತ್ರದಿಂದ ಪತ್ತೆಮಾಡಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಅಂಗಾಂಶವು ರೋಗಪೀಡಿತ ಅಂಗಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅನಾರೋಗ್ಯವಂತ ಅಂಗಾಂಶವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಪಂದಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕಂಪ್ಯೂಟರಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಿತ್ರಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಇದು ಎಕ್ಸ್ - ರೇ ಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. *MRI* ಯು ಎಕ್ಸ್ - ರೇ ಅಥವಾ ಕಂಪ್ಯೂಟರೈಸ್ಡ್ ಆಕ್ಸಿಯಲ್ ಟೊಮೊಗ್ರಫಿ ಸ್ಕ್ಯಾನರ್‌ಗಿಂತ (*CT Scan*) ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ತಂತ್ರವು ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಕ್ಕಿಂತ ಕ್ಷೇಮ. ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳ ಬಳಕೆ ಅನೇಕಸಾರಿ ಅಪಾಯಕಾರಿ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿಟ್ಟಿರುವ ಬಲವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು



ಯುಕಾವ

1. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ನಡುವೆ ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿರುತ್ತವೆ.
2. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಕಿರು - ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಬಲಗಳು (*short-range forces*)
3. ಇವು ಎಲ್ಲಾ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬಲಗಳಿಗಿಂತ ಬಲಿಷ್ಠ.
4. ಇವು ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ.
5. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಇವು ಅ-ಕೇಂದ್ರಿತ (*non-central*). ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಗಿರಕಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ.
6. ಇವು ವಿನಿಮಯ ಬಲಗಳು (*exchange force*).
7. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳು ತಮಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪವಿರುವ ನೆರೆಯ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಮಾತ್ರ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರಾಶಿ - ಶಕ್ತಿ ಸಂಬಂಧ (*Einstein's mass-energy relation*)

ವಿವರಣೆ : ಬಹು ಹಿಂದೆ, ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಸ್ತಿತ್ವ ಪಡೆದಿದ್ದವು. ಹೀಗಾಗಿ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮಗಳಿದ್ದವು. 1905ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಎರಡೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಲ್ಲ, ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದರು. ಈಗ ಒಂದೇ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮವಿದೆ.

ಒಂದು ಪದಾರ್ಥವು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಅದಕ್ಕೆ m ರಾಶಿ ಇದ್ದರೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿ $E = mc^2$ ಗೆ ಸಮ. ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ c ಬೆಳಕಿನ ಜವ.

ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ರಾಶಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ನಾಶಪಡಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಹೀಗಾಗುವಾಗ, ರಾಶಿಗೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯು ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳೆರಡೂ ಒಂದೇ ಪದಾರ್ಥದ ಎರಡು ಮುಖಗಳು.

ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಮಾನ (*Atomic mass unit*) (*Amu*)

ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ, ಆರು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಆರ್ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕಾರ್ಬನ್‌ನ ಅತಿ ಸಮೃದ್ಧ ಸಮಸ್ಥಾನಿ, ^{12}C ಯ, ತಟಸ್ಥ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿಯ ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗ $\left(\frac{1}{12}\right)$ ದಷ್ಟು ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಯನ್ನು **ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಮಾನ**

ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

12 ಗ್ರಾಂ ಕಾರ್ಬನ್ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಲ್ಲಿ 6.02×10^{23} ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿ = $\dfrac{12\times10^{-3}}{6.02\times10^{23}}$ kg ... (1)

amu ನ ನಿರೂಪಣೆ ಪ್ರಕಾರ, $1amu = \dfrac{1}{12}\times$ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿ

$$= \frac{1}{12}\times\frac{12\times10^{-3}}{6.02\times10^{23}}$$

$$\boldsymbol{amu = 1.66\times10^{-27}\,\text{kg}}$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್ (*Electron volt*) (*eV*)

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೊಂದನ್ನು ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದಾಗ ಅದು ಗಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

$1eV$ = ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ × ವಿಭವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

$= 1.602\times10^{-19}\times1$

$= 1.602\times10^{-19}\,\text{J}$

ಗಮನಿಸಿ : 1. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್ ಚರ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ಗತವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಏಕಮಾನ. ಪ್ರತೀಕ *eV*

2. ಫೋಟಾನ್ ಶಕ್ತಿಯ ಏಕಮಾನ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಏಕಮಾನದ ಬೆಲೆ

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂಬಂಧದಿಂದ, m ರಾಶಿಯು E ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮ.

ಅಲ್ಲದೆ, $E = mc^2$

ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಜವ, $c = 3\times10^8\,\text{ms}^{-1}$

$\therefore$ 1 *amu* ಗೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿ,

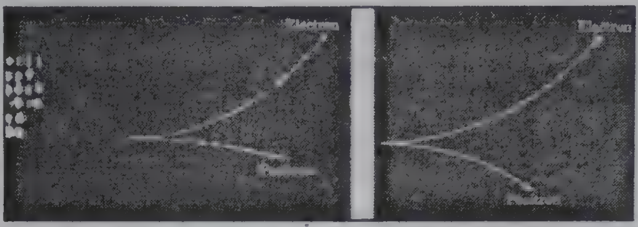
$$E = \left(1.661\times10^{-27}\,\text{kg}\right)\left(3\times10^{8}\right)^{2}\,\text{ms}^{-1}$$

$$= 14.93\times10^{-11}\,\text{J} = \frac{14.93\times10^{-11}}{1.6\times10^{-19}}\,eV = 9.310\times10^{8}\,eV$$

ಅಥವಾ $\boxed{1amu = 931\text{MeV}}$

ರಾಶಿಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ರಾಶಿ

ಉದಾಹರಣೆಗಳು : ಯುಗ್ಮೋತ್ಪತ್ತಿ (*pair production*) ಮತ್ತು ಯುಗ್ಮನಾಶದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ರಾಶಿಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಉದಾಹರಣೆ ಸಿಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 23.2 ಯುಗ್ಮೋತ್ಪತ್ತಿ

ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ರಾಶಿ (*Energy into mass*)

ಯುಗ್ಮೋತ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫೋಟಾನು (ಶಕ್ತಿ) ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಕ್ಕೆ ತೂರಿದಾಗ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ (ಕಣ) ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ಯುಗ್ಮೋತ್ಪತ್ತಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ $\left(e^{-}\right)$ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ $\left(e^{+}\right)$ ಆಗಿ ರೂಪು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 23.2). ಇಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪಾಸಿಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು, ಅವುಗಳ ವಿರಾಮ ಶಕ್ತಿಯು ಸೇರಿದಂತೆ, ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$\gamma \rightarrow e^{-} + e^{+}$$

ರಾಶಿಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ (*mass into energy*)

ಯುಗ್ಮನಾಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನು (ಕಣಗಳು) ಒಂದು ಫೋಟಾನ್ (ಶಕ್ತಿ) ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಸಂಧಿಸಿದಾಗ ಯುಗ್ಮನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ವಿರುದ್ಧ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಹತ್ತಿರಬಂದಾಗ, ಎರಡೂ ಕಣಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ನಾಶವಾದ ರಾಶಿಯು ಎರಡು ಗಾಮ ಫೋಟಾನುಗಳಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಯುಗ್ಮನಾಶ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

$$e^- + e^+ \rightarrow 2\nu$$

ರಾಶಿನಷ್ಟ (*mass defect*)

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ರೂಪಿಸಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ಶ್ರಾಂತ ರಾಶಿಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವಿನ ಶ್ರಾಂತ ರಾಶಿಗೂ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ರಾಶಿನಷ್ಟ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. (ನಿಶ್ಚಲ ರಾಶಿಗೆ ಶ್ರಾಂತರಾಶಿ (*rest mass*) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ)

ಒಂದು ಸ್ಥಿರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಶ್ರಾಂತರಾಶಿಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಅದನ್ನು ರೂಪಿಸಿರುವ ಮುಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಘಟಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ರಾಶಿಯ ಒಟ್ಟು ಮೊತ್ತಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಸಂಗತಿ. ಈ ಎರಡರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ರಾಶಿನಷ್ಟ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ Z ಮತ್ತು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ A ಇರುವ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ. ಇದರಲ್ಲಿ Z ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು $(A-Z)$ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. m_p ಮತ್ತು m_n ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರೊಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ರಾಶಿಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಎಲ್ಲಾ ಘಟಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ರಾಶಿಯ ಮೊತ್ತ $= \left\{Zm_p + (A-Z)m_n\right\}$

M ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಯಲಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ರಾಶಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ರಾಶಿನಷ್ಟ;

$$\Delta m = \left\{Zm_p + (A-Z)m_n\right\} - M$$

ಗಮನಿಸಿ : ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಗಮನಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ,

ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ (*binding energy*)

$$\Delta m = \left\{Zm_e + Zm_p + (A-Z)m_n\right\} - M$$

ಇಲ್ಲಿ m_e - ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಶ್ರಾಂತರಾಶಿ ಮತ್ತು M - ಪರಮಾಣುವಿನ ಶ್ರಾಂತರಾಶಿ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದಿಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಒಳಗೆ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೊಟಾನುಗಳಿಗೆ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿದೆ. ಅವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಅವು ದೂರ ದೂರಕ್ಕೆ ಹಾರಿ ಹೋಗಬೇಕು. ಆದರೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಅವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಆರಾಮವಾಗಿವೆ. ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ನಡುವೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಮತ್ತು ಆ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಮೀರುವಷ್ಟಿರಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಬಲವಿರಬೇಕು. ಅದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಇದೇ ಮೊತ್ತದ ಶಕ್ತಿಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ದೂರ ದೂರಕ್ಕೆ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ,

ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ದೂರ ದೂರಕ್ಕೆ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯೂ ಹೌದು.

ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ರಾಶಿನಷ್ಟ. 'ಕಾಣೆಯಾದ' ರಾಶಿ Δm, ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಣ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

$$\text{ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ } \Delta mc^2 = \left\{Zm_p + (A-Z)m_n - M\right\}c^2$$

m_p ಮತ್ತು m_n ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯಾಟ್ರಾನುಗಳ ರಾಶಿ. Z ಮತ್ತು A ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ.

ಉದಾಹರಣೆ : ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ನ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಡ್ಯುಟೆರಿಯಮ್‌ನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ $\left({}_1H^2\right)$ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಇವೆ. ಪ್ರೋಟಾನಿನ ರಾಶಿ + ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿ = 2.016490 *amu.*

ಆದರೆ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾದ ಡ್ಯುಟೆರಿಯಮ್‌ನ ರಾಶಿ ಕೇವಲ 2.014102 *amu*. ಇದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟು ರಾಶಿಗಿಂತ 0.02388 *amu* ನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇದೆ. ಕಾಣೆಯಾದ ಈ ರಾಶಿಯು 2.228 *MeV* ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿದೆ. ಇದು ಡ್ಯುಟೆರಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟಿರುವ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ.

ಇದೇ ಮೊತ್ತದ ಶಕ್ತಿಯು ಡ್ಯುಟೆರಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯೂ ಆಗಿದೆ.

ಈ ಲೆಕ್ಕಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ರಾಶಿಯನ್ನಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ರಾಶಿ ರದ್ದಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ (*Specific binding energy*)

ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿನ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ; ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ನಡುವಿನ ವಿಷ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿದೆ.

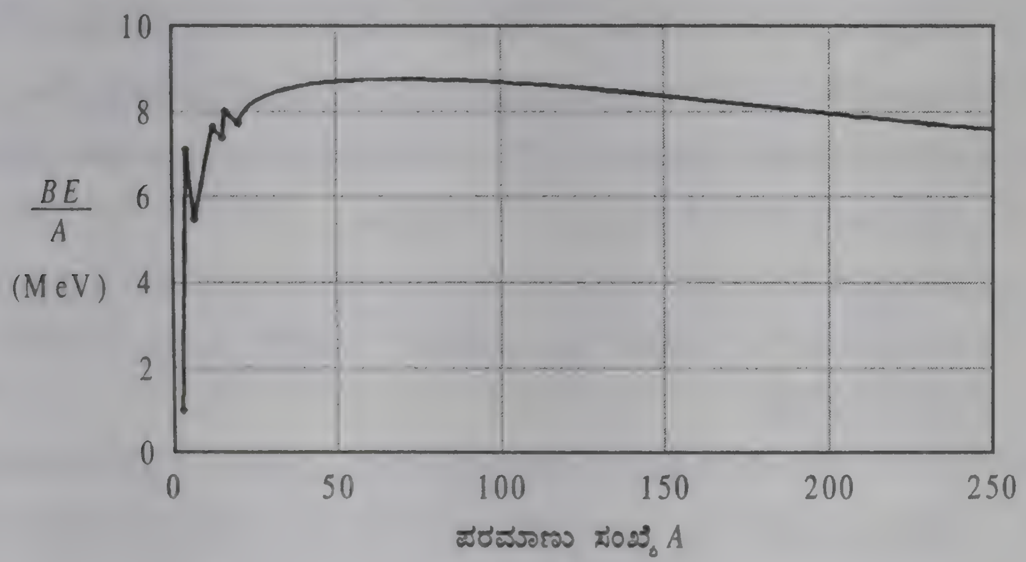
ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿ.

$$\text{ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ} = \frac{\text{ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ}}{\text{ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲುತ್ತದೆ. ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಪರಮಾಣುವು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬಂಧನಶಕ್ತಿ ವಕ್ರರೇಖೆ (*binding energy curve*)

ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ವಿವಿಧ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸುವ ನಕ್ಷೆ.



ಚಿತ್ರ 23.3

ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ವಿರುದ್ಧ ವಿವಿಧ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎಳೆದಾಗ ಚಿತ್ರ 23.3ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ವಕ್ರರೇಖೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ವಕ್ರರೇಖೆಯ ತುಂಬಾ ಮುಖ್ಯವಾದ ಲಕ್ಷಣವೆಂದರೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ಹಗುರ ಮತ್ತು ಭಾರ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಕಡಿಮೆ ಇದೆ. ಮಧ್ಯಂತರ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಜಾಸ್ತಿ ಇದೆ.

ಬಂಧನ ವಕ್ರರೇಖೆಯಿಂದ ನಾವು ಈ ಎರಡು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ತೀರ್ಮಾನಗಳಿಗೆ ಬರಬಹುದು:

1) ನಾವು ಹೇಗಾದರೂ ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಎರಡು ಮಧ್ಯಮ ಗಾತ್ರದ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನಾಗಿ ಒಡೆದರೆ, ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ಮೂಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಶಕ್ತಿಯು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ತುಂಬಾ ಅಗಾಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಲನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

2) ಎರಡು ಹಗುರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಮಧ್ಯಮ ಗಾತ್ರದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಾಗಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗಲೂ ಹೊಸ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶಿಷ್ಟಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಂಲಯನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಇನ್ನಿತರ ತೀರ್ಮಾನಗಳು

3) ಹೀಲಿಯಮ್, ಲಿಥಿಯಮ್ ಮುಂತಾದ ಹಗುರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿಯು ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ.

4) ಕಡಿಮೆ ರಾಶಿಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ, ಬೆಸ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಸಮನಾದ ಪ್ರೊಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರುವ $_3Li^6, _5B^{10}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಒಂದು ಕನಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. $_2He^4 {}_6C^{12}$ ಮುಂತಾದ ಸರಿ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮತ್ತು ಸಮನಾದ ಪ್ರೊಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಗರಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ತಮ್ಮ ನೆರೆಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

5) ಮಧ್ಯಂತರ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯ, ಅಂದರೆ 50 ರಿಂದ 120ರವರೆಗೆ A ಬೆಲೆಯುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಥಿರ ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು.

6) $A = 120$ ರಿಂದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧನ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಕನಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟ 7.6 MeV ನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಇದು ಯುರೇನಿಯಮ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿ.ಬಂ.ಶ. ವಿ.ಬಂ.ಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು ಕಾರಣ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚಳ. ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲ ಕೂಡ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಅಸ್ಥಿರ.

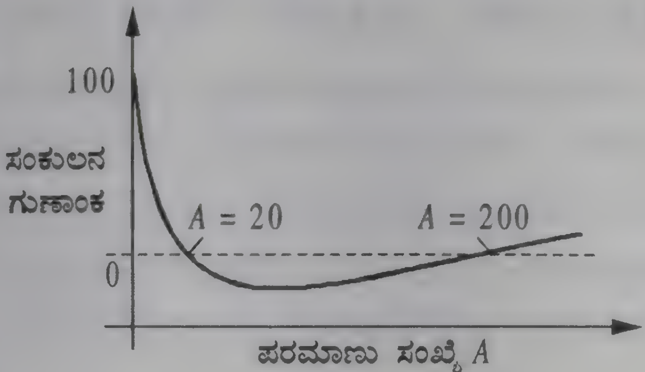
7) $A = 238$ ಕ್ಕಿಂತ ಭಾರವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ವಿ.ಬಂ.ಶಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವು ಅಧಿಕವಾಗಿ ಅಸ್ಥಿರ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಸಂಕುಲನ ಗುಣಾಂಕ (*packing fraction*)

ರಾಶಿತಿದ್ದುಪಡಿಯನ್ನು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಸಂಕುಲನ ಗುಣಾಂಕ ಬರುತ್ತದೆ.

$p=\frac{M-A}{A}$ ಇಲ್ಲಿ $(M-A)$ ಯು ರಾಶಿ ತಿದ್ದುಪಡಿ (*mass correction*)

ಅಂದರೆ, C - 12 ಮಾನಕದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿನ ರಾಶಿ ತಿದ್ದುಪಡಿಗೆ ಸಂಕುಲನ ಗುಣಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 23.4

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಲನ (*nuclear fission*)

ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ತಾನೇ ತಾನಾಗಿ ಅಥವಾ ಬಾಹ್ಯ ಚೋದನೆಯಿಂದ ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯೊಂದಿಗೆ ಸರಿಸುಮಾರು ಸಮ ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಲನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

U - 235 ನ್ನು ನಿಧಾನ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ತಾಡಿಸಿದಾಗ ಅದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ U - 236 ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದು ವಿದಳನಗೊಂಡು Xe^{140} ಮತ್ತು Sr^{94} ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಎರಡು ಹೊಸ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದು.

$$_{92}U^{235}+_{0}\mathrm{n}^{1}\rightarrow\left(_{92}U^{236}\right)\rightarrow_{54}Xe^{140}+_{38}Sr^{94}+2_{0}n^{1}+\text{ಶಕ್ತಿ}$$

ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸಂರಕ್ಷಿತ.

ಮೇಲಿನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ Xe^{140} ಮತ್ತು Sr^{94} ಗಳು ತುಂಬಾ ಅಸ್ಥಿರ. ಅವುಗಳು ಸ್ಥಿರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರೂಪಿತವಾಗುವವರೆಗೆ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಕ್ಷಯಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ.

ವಿದಲನ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿಯೂ ಆಗಬಹುದು.

$$_{92}U^{235}+_{0}n^{1}\rightarrow\left(_{92}U^{236}\right)\rightarrow_{56}Ba^{141}+_{36}Kr^{92}+3_{0}n^{1}+\text{ಶಕ್ತಿ}$$

ವಿದಳನದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಿದಲನ ಚೂರುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಭಾಗಶಃ ಶಕ್ತಿಯು ಗಾಮ ವಿಕಿರಣ, ಶಾಖ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಾಗಿಯೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಜಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದಲನವಾದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ವಿದಲನ ಚೂರುಗಳು ಕೂಡ ವಿಕಿರಣಪಟು ಆಗಿರುತ್ತವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ (*nuclear chain reaction*)

ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವಿದಲನವನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಒಮ್ಮೆ ಬಾಹ್ಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೊಂದರಿಂದ ಒಂದು ವಿದಲನವಾಗಿಬಿಟ್ಟರೆ, ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಮುಂದುವರಿಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಈ ವಿದಲನದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಶೀಘ್ರ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಗುಣೋತ್ತರ ಶ್ರೇಢಿ (*geometric progression*) ಯಲ್ಲಿ ಗುಣಿತವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಇಡೀ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥವು ಕ್ಷಯಿಸುವವರೆಗೆ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ.

ಕ್ರಾಂತಿಗಾತ್ರ (ರಾಶಿ) {*critical size (mass)*}

ಸ್ಥಿರ ದರದಲ್ಲಿ ವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿ ಗಾತ್ರ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸ್ಥಿರ ದರದಲ್ಲಿ ವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಶಿಯನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿರಾಶಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ವಿದಲನಗೊಳ್ಳುವವರೆಗೆ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿಯಲು ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ, ಸರಾಸರಿಯ ಮೇಲೆ, ಕನಿಷ್ಟ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಒಂದು ವಿದಲನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬೇಕು. ಆದರೆ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವಿದಲನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳದೆ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ವಿಮೋಚನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಈ ಸೋರಿಕೆ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವಿಮೋಚನೆಗೊಳ್ಳುವುದೊಂದು ಮೇಲ್ಮೈ ಪರಿಣಾಮ (*surface effect*) ಬದಲಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಹೀರಿಕೆಯು ಪದಾರ್ಥದ ಇಡೀ ಕಾಯದಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದು ಗಾತ್ರ ಪರಿಣಾಮ (*volume effect*). ಕಲೆಹಾಕಿದ ಯುರೇನಿಯಮ್ ರಾಶಿಯು ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ವಿಮೋಚನೆಗೊಳ್ಳುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಗೋಲದ ಗಾತ್ರವು ತ್ರಿಜ್ಯದ ಘನದೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚುವುದರಿಂದ ವಿಮೋಚನೆಯ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಗಾತ್ರದ ಹೆಚ್ಚಳದೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮಿತಿ ಇದೆ. ಈ ಮಿತಿಯ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದ ಗಾತ್ರವು ಕ್ರಾಂತಿ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ (ಉಪ-ಕ್ರಾಂತಿ) ಇದ್ದಲ್ಲಿ

ವಿದಲನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಕೆಲವು ವಿದಲನದ ನಂತರ ನಿಂತು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಗಾತ್ರವು ಕ್ರಾಂತಿ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ (ಅಧಿ-ಕ್ರಾಂತಿ) ಪದಾರ್ಥವು ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗೋಲಾಕಾರವು ಸುಸ್ಥಿರ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ತ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಅನಿಯಂತ್ರಿತ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ (*un-controlled and controlled chain reaction*)

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

(1) ಅನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು

(2) ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ

ಅನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ

ಒಂದು ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅದರ ಪಾಡಿಗೆ ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟರೆ, ಸೂಕ್ತ ಗಾತ್ರದ ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳೂ ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ವಿದಲನಗೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಅದೇ ವೇಳೆಗೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ. ನ್ಯೂಕ್ಷಿಯರ್ ಬಾಂಬುಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವುದು ಇದೇ.

ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ

ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ದರವನ್ನು ಹೇಗಾದರೂ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿದರೆ, ಆಗ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (*nuclear reactor*) ಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತದೆ.

ವಿದಲನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದರಿಂದ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ದರವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಕ್ಯಾಡ್‌ಮಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಬೋರಾನ್‌ನಂಥ ಕೆಲವು ಪದಾರ್ಥಗಳಿವೆ. ಅವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಕ್ಯಾಡ್‌ಮಿಯಮ್ ಸರಳುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಇದು ತನ್ಮೂಲಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ತತ್ತ್ವ

ಮೂರು ವಿಧದ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

1. ಪವರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (*power reactor*)

ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡರೆ ಆಗ ಆ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು ಪವರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಪವರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಸಾರೀಕೃತ ಯುರೇನಿಯಮ್ (*enriched uranium*) ಅನ್ನು ಇಂಧನವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನಿಧಾನಗೊಳಿಸಲು ಭಾರ ಜಲ ಅಥವಾ ಗ್ರಾಫೈಟ್

ಗಟ್ಟಿಗಳನ್ನು **ಮಂದಕಾರಿ** (*moderator*) ಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಯೆಯ ದರವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಕ್ಯಾಡ್‌ಮಿಯಮ್ ಸರಳುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಉಷ್ಣ ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು (*thermo nucler reactors*). ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ನಿಧಾನ ಅಥವಾ ಉಷ್ಣ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವಿದಲನಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ.

2. ಬ್ರೀಡರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (*breeder reactor*)

ಅ-ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು ಬ್ರೀಡರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. U-238 ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದು ವಿದಲನಗೊಳ್ಳದು. ಬ್ರೀಡರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಇಂಥ ಅ - ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಪ್ಲೂಟೋನಿಯಮ್‌ನಂಥ ಅತಿ - ವಿದಲನ ಪದಾರ್ಥವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. Pu - 239 ರ ವಿದಲನ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ U-238 ಕ್ಕಿಂತ ಒಂದೂವರೆ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು.

ಬ್ರೀಡರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ, U-235 ವಿದಲನದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು U-238 ಹೀರಿಕೊಂಡು Pu–239 ಅನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. Pu-239 ನ್ನು ಅನಂತರ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಧನವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಬ್ರೀಡರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಹೊಸ ಇಂಧನಕ್ಕೆ Pu-239 'ಜನ್ಮ' ನೀಡುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಹೆಸರು.

ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು :

$$_{92}U^{238} + _{0}n^{1} \rightarrow _{92}U^{239} + \nu$$

$$_{92}U^{239} \rightarrow _{93}Np^{239} + \beta^{-}$$

$$_{93}Np^{239} \rightarrow _{94}Pu^{239} + \beta^{-} + \nu$$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ವಿಲೇವಾರಿ (*disposal of nuclear waste*)

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಅದೇ ವೇಳೆಗೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನೂ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಿಂದ ಹೊರಚೆಲ್ಲಿದ ಎಲ್ಲವೂ ತ್ಯಾಜ್ಯವೇ. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದೆಲ್ಲವೂ ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಎರಡು ರೀತಿಯ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿವೆ : ಕಡಿಮೆ ಮಟ್ಟದ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಮತ್ತು ಅಧಿಕ ಮಟ್ಟದ ತ್ಯಾಜ್ಯ. ಕಡಿಮೆ ಮಟ್ಟದ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಸುಮಾರಾಗಿ ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಿಸಾಡಿದ ಬಟ್ಟೆಗಳು, ಸಲಕರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಇಂಥ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ವಿಲೇವಾರಿ ಇದ್ದುದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆ ಅಪಾಯಕಾರಿ

ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇತರೆ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಾದ ವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಬೂದಿ ತುಂಬಾ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡುವುದು ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದೆ. ಈವರೆಗೆ ಈ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಸಕ್ಷೇಮವಾಗಿ ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡುವ ಯಾವುದೇ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ.

ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಆಳವಾದ ಗುಂಡಿ ತೋಡಿ ಹೂಳುವುದೇ ಉತ್ತಮ ವಿಧಾನವೆಂದು ತೋರುತ್ತಿದೆ. ಈ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಭೂಕಂಪವಾಗದ, ಜನಸಂದಣಿ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಆಕರಗಳಿಂದ ದೂರವಾದ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಹೂಳಬೇಕು. ಇಂಥ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಖಾಖ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣದಿಂದ ಕ್ಷಯಿಸದ ಆದರೆ ರಂಧ್ರ ಕೊರೆಯಲು ಸುಲಭವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳಾಗಿರಬೇಕು. ಇಂಥ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು ಸುಲಭ ಆದರೆ ನಿಜದಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆಮಾಡುವುದು ಕಷ್ಟ.

ಬೈಜಿಕ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್) ಸಂಲಯನ (*nuclear fusion*)

ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ಹಗುರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಬೆಸೆದು ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಂಲಯನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಎರಡು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಬೆಸೆಯಲು ಕೂಲಂಬನ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ದಶಲಕ್ಷ ಕೆಲ್ವಿನ್ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಕೂಲಂಬನ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಮೆಟ್ಟಿ ಬೆಸುಗೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರೊಟ್ಟಿಗೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಬೆಸೆದು ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಷ್ಣ ಬೈಜಿಕ ಸಂಲಯನ (*thermo nuclear fusion*) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದು ಉಷ್ಣಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆ :

$${}_1\mathrm{H}^1 + {}_0n^1 \rightarrow {}_1\mathrm{H}^2 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

ನಕ್ಷತ್ರ ಶಕ್ತಿ (ಕಾರ್ಬನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್ - ಪ್ರೋಟಾನ್ ಚಕ್ರಗಳು) (*stellar energy*)

ನಮಗೆ ಹತ್ತಿರವಾದ ನಕ್ಷತ್ರ ಸೂರ್ಯ. ಸೂರ್ಯ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರವಾಗಿದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣ ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಬೆಸೆಯಲು ಸೂಕ್ತವಾದ ಉಷ್ಣತೆ ಸೂರ್ಯನ ಒಡಲಲ್ಲಿದೆ. ತಾರಾ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿದೆ. (ಸುಮಾರು 79%). ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಬೆಸುಗೆಯಾಗಿ ಹೀಲಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಅಲ್ಲದೆ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಉಷ್ಣತೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಅವು ಪ್ರೋಟಾನು-ಪ್ರೋಟಾನು ಚಕ್ರ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್-ಪ್ರೋಟಾನು ಚಕ್ರ.

ಪ್ರೋಟಾನು-ಪ್ರೋಟಾನು ಚಕ್ರ (*proton-proton cycle*)

ಚಕ್ರವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅನೇಕ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಉರಿದು ಹೀಲಿಯಮ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿವರಗಳು $p-p$ ಚಕ್ರವು ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ.

$$2\,{}_1H^1 + 2\,{}_1H^1 \rightarrow 2\,{}_1H^2 + 2\,\underset{+1}{\overset{0}{e}} + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

$$2\,{}_1H^1 + 2\,{}_1H^1 \rightarrow 2\,{}_2He^3 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

$$2\,{}_1He^3 \rightarrow {}_2He^4 + 2\,{}_1H^1 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಮಧ್ಯಂತರ ಅವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ.

ಇದನ್ನೇ ಒಟ್ಟಾರೆಯಾಗಿ, $4\,{}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + 2\,\underset{+1}{\overset{0}{e}} + 26.7\,\text{MeV}$

ಒಟ್ಟಾರೆ, p-p ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ಆಲ್ಫಕಣ, ಎರಡು ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ. 26.7 MeV. ಇದರೊಂದಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಎಂಬು ಕಣಗಳೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಕಾರ್ಬನ್ ಚಕ್ರ (*carbon cycle*)

ಉಷ್ಣತೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗ, ಇತರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ ಕಾರ್ಬನ್-ಪ್ರೋಟಾನ್ ಚಕ್ರವು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿರುವ ವಾಹಿಪಟ ಹೇಗೆ ಚಕ್ರವು ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿಶದೀಕರಿಸುತ್ತದೆ.

$${}_1H^1 + {}_6C^{12} \rightarrow {}_7N^{13} + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

$${}_7N^{13} \rightarrow {}_6C^{13} + {}_1e^0$$

$$_1H^1 + {}_6C^{13} \rightarrow {}_7N^{14} + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

$$_8O^{15} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1e^0 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

$$_1H^1 + {}_7N^{15} \rightarrow {}_6C^{12} + {}_2He^4 + 28\,\text{MeV}$$

ಇಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು ಬೆಸೆದು ಒಂದು ಹೀಲಿಯಮ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ಬನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಕೇವಲ ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತಿಮ ಉತ್ಪನ್ನ ಕಾರ್ಬನ್. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಕಾರ್ಬನ್ ಚಕ್ರ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ತ್ರಿಜ್ಯ, $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$

$$= 1.2 \times (12)^{\frac{1}{3}} = 2.748\,\text{fm}$$

2. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. $mp = 1.6726 \times 10^{-27}\,\text{kg}$, $R_0 = 1.2\,\text{fm}$

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಾಂದ್ರತೆ, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{3m}{4\pi R_0^3} = \frac{3 \times 1.6726 \times 10^{-27}}{4 \times 3.14^2 \left(1.2 \times 10^{-15}\right)^3}$

$$= 2.3 \times 10^{-17}\,\text{kgm}^{-3}$$

3. ಲಿಥಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$3Li^7 = 7.01600\,\text{amu}$, $m_p = 1.00728\,\text{amu}$, $m_n = 1.00867\,\text{amu}$

ಲೀಥಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು 4 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ.

3 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ರಾಶಿ $= 3 \times 1.00728 = 3.02184\,\text{amu}$

4 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ರಾಶಿ $= 4 \times 1.00867 = 4.03648\,\text{amu}$

3 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು 4 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಒಟ್ಟು ರಾಶಿ

$= 7.05652\,\text{amu}$

ರಾಶಿ ಕೊರತೆ, Δm $= 7.05652 - 7.01600$

$$=0.04052\text{ amu}$$

ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ $= 0.04052\times931=37.741\text{ MeV}$

4. ಲಿಥಿಯಮ್‌ನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$3Li^7=7.01600\text{amu}$, $m_p=1.00728\text{amu}$, $m_n=1.00867\text{amu}$

ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ $= BE=37.7241\text{ MeV}\ \ A=7$

$\therefore$ ವಿಶಿಷ್ಟ ಶಕ್ತಿ $= \dfrac{BE}{A}=\dfrac{37.7241}{7}=5.389\text{MeV}$

5. $_6C^{12}$ ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ತ್ರಿಜ್ಯ 2.7fm, $_{82}P^{205}$ ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ $R=R_0A^{\frac{1}{3}}$

$_6C^{12}$ ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ $R_1=R_0A_1^{\frac{1}{3}}$ ... (1)

$_{82}P^{205}$ ರ ನ್ಯೂಕಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ, $R_2=R_0A_2^{\frac{1}{3}}$ ... (2)

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $_6C^{12}$ ರ ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ, $A_1=12$

$_{82}P^{205}$ ರ ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ, $A_2=205$

(2) ರಿಂದ (1)ನ್ನು ಭಾಗಿಸಿದರೆ, $\dfrac{R_1}{R_2}=\left(\dfrac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{3}}$

ಅಥವಾ $R_2=\left(\dfrac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{3}}\times R_1=\left(\dfrac{205}{12}\right)^{\frac{1}{3}}\times2.7$

$$=(17.0833)^{\frac{1}{3}}\times2.7=2.575\times2.7=6.9525\text{fm}$$

$$\left[\begin{array}{l}\frac{1}{3}\log(17.0833)=\frac{1}{3}\times1.2324=0.4108\\ \text{anti}\log0.4108=2.575\end{array}\right]$$

6. $_8O^{16}$ ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಶಿ 15.995amu. ಆದರ ರಾಶಿ ಕೊರತೆ, ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $m_p = 1.0073\text{amu}$, $m_n = 1.0087\text{amu}$

ಲೆಕ್ಕದ ಪ್ರಕಾರ $a = 16, Z = 18, N = A - Z = 8$, $_8O^{16}$ ರ ರಾಶಿ = 15.995amu, $m_p = 1.0073\text{amu}$, $m_n = 1.0087\text{amu}$

8 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ರಾಶಿ = $8 \times 1.0073 = 8.0584\text{amu}$

8 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ರಾಶಿ = $8 \times 1.0087 = 8.0694\text{amu}$

ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ರಾಶಿ = 16.1278amu

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನ್‌ನ ರಾಶಿ = 15.995amu

ರಾಶಿ ಕೊರತೆ = $16.1278 - 15.995 = 0.1328\text{amu}$

ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ = $0.333 \times 931 = 123.823\text{ MeV}$

$$\text{ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ} = \frac{\text{ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ}}{\text{ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

$$= \frac{123.823}{16} = 7.7389 MeV$$

7. U^{235} ಇಂಧನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಒಂದು ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯು 20×10^6 W ದರದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು 500 ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ನಡೆಸಲು ಎಷ್ಟು kg U^{235} ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ? ಪ್ರತಿ ವಿದಲನದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ 200 MeV ಮತ್ತು ಅವಾಗಾಡ್ರೋ ಸಂಖ್ಯೆ 6.023×10^{23}.

ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಪವರ್ = $20 \times 10^6\text{W}$

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಶಕ್ತಿ = $20 \times 10^6\text{ J} = \frac{20 \times 10^6}{1.6 \times^{10-19}}$

ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಗುವ ವಿದಲನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ = $\frac{12.5 \times 10^{19}}{200}$

$= 0.0625 \times 10^{17} = 6.25 \times 10^{17}$

ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು 500 ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ನಡೆಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ

$= 6.25 \times 10^{17} \times 500 \times 60 \times 60 = 1.125 \times 10^{34}$

U^{235} ನ ರಾಶಿ = 235

$_{235}U^{235}$ ನಲ್ಲಿ 6.023×10^{23} ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

$\therefore$ 1.125×1024 ಪರಮಾಣುಗಳ ರಾಶಿ $= \dfrac{1.125 \times 10^{24}}{6.123 \times 10^{23}} \times 235 = 438.942q$

$\therefore$ $20 \times 10^{6}W$ ದರದಲ್ಲಿ ಪವರನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಾ 500 ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು ನಡೆಸಲು 0.439kg U^{235} ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

8. ಇಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ. ಉಪಯೋಗಿಸಲಾದ, H^1 ನ ರಾಶಿ 0.5kg

$$_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_1H^2 + {}_1e^0 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $_1H^1$ ನ ರಾಶಿ = 1.00785 amu, $_1H^2$ ನ ರಾಶಿ = 2.0141amu.

ಪಾಸಿಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿಯನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಡಿ.

2 $_1H^1$ ನ ರಾಶಿ = $2 \times 1.00785 = 2.01565$amu

2 $_1H^1$ ನ ರಾಶಿ = $1 \times 2.01410 = 2.0141$amu

ರಾಶಿಕೊರತೆ = 0.00155amu

ಪ್ರತಿ ಸಂಲಯನದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ = $0.00155 \times 931 = 1.443$ MeV

1q $_1H^1$ ನಲ್ಲಿ 6.023×10^{23} ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತವೆ.

500g $_1H^1$ ನಲ್ಲಿ $500 \times 6.023 \times 1023 = 3.0115 \times 1026$ ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿ ಸಂಲಯನಕ್ಕೆ ಎರಡು $_1H^1$ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬೇಕು.

$\therefore$ 0.5kg $_1H^1$ ಪರಮಾಣುನಿಂದ 1.5057×10^{26} ಸಮ್ಮಿಲನ ಸಾಧ್ಯ.

ಇದರಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ = $1.443 \times 1.5057 \times 1026$

$= 2.1727 \times 1026$ MeV

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪರಮಾಣು ಹಾಗೂ ಅದರ ಬೀಜಾಂಶಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯ ಯಾವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿವೆ ?
2. ಪರಮಾಣು ಬೀಜವನ್ನು 10 mm ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗೋಲಿಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇರಬಹುದಾದ ಕನಿಷ್ಠ ದೂರವೆಷ್ಟು ?

3. ಒಂದು ಧಾತುವಿನ ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ = 141. ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ = 56. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆಯೆಷ್ಟು ?
4. ಬೀಜಾಂಶದ ಸಾಂದ್ರತೆ 10^{18} kg/m^3 ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಲು ಕಾರಣವೇನು ?
5. 'ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್' ಎಂಬುದು ಏನು ?
6. ರಾಶಿ ಕೊರತೆ ಮತ್ತು ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧೋಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
7. ಒಂದು amu ರಾಶಿಗೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯು Mev ಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ?
8. ಒಂದು ವಿದ್ಯುದಂಶಕಣದ ಶಕ್ತಿ 3 eV ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯ ಅರ್ಥವೇನು ?
9. C^{12} ಬೀಜಾಂಶದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ 7.68 MeV ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯ ಅರ್ಥವೇನು?
10. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನೆ ಎಂದರೇನು ?

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಾದಕ್ಕೆ ಆಧಾರದ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳಾವುವು ?
2. amu ಎಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ.
3. ಪ್ರೋಟಾನ್ - ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ವಾದಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾದ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳಾವುವು ?
4. 'ರಾಶಿ ಕೊರತೆ' ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಏನಾಗಬಹುದಿತ್ತು ತಿಳಿಸಿ.
5. ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಧಾತುವೊಂದರ ಸ್ಥಿರತೆ (ಭದ್ರತೆ) ಹೆಚ್ಚು. ವಿವರಿಸಿ.
6. 'ಬೀಜವಿದಲನ' ಹಾಗೂ 'ಬೀಜಸಂಲಯನ' ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯ ತತ್ವವು ಯಾವುದು ? ವಿವರಿಸಿ.
7. ಪರಮಾಣು ಬೀಜದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಬಲಗಳೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿದ್ದರೆ ಏನಾಗುತ್ತಿತ್ತು ? ವಿವರಿಸಿ.
8. ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲಗಳಿಗೂ ಬೈಜಿಕಬಲಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಏನು ?
9. ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯ ತತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
10. ತಾರಾಶಕ್ತಿಯ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
11. ಬೀಜಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆಯು ಬೀಜವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆಯಷ್ಟು ಸುಲಭ ಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ. ಕಾರಣ ತಿಳಿಸಿ.
12. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಬೀಜವಿದಲನ ಸರಪಣಿ ಕ್ರಿಯೆಯು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿರಲು ಕಾರಣವೇನು ? ವಿವರಿಸಿ.
13. ಬೀಜಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೂ ಬಹುತೇಕ ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಬೀಜವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?

14. ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಮಂದಕ ಹಾಗೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಸರಳುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

15. ಬೀಜವಿದಲನ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ. ಹಾಗೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

16. ಬೀಜಸಂಲಯನದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ ಹಾಗೂ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

17. 0.03amu ರಾಶಿಗೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿ (MeV ಯಲ್ಲಿ) ಎಷ್ಟು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ. (28 MeV)

18. 3.2×10^{7}m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯಲ್ಲಿ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ರಾಶಿ 9.1×13^{31}kg MeV = 1.6×10^{-13}J)

(2.9×10^{-3} MeV)

19. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

20. ದ್ರವಬಿಂದು ಮಾದರಿಯ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪರಮಾಣು ಬೀಜದ ವಿದ್ಯುದಂಶ, ಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ರಚನಾಂಗಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಬರೆಯಿರಿ.

2. ರಾಶಿ ಕೊರತೆ ಹಾಗೂ ಬೈಜಿಕಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

3. amu ಮತ್ತು eV ಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ. 1 amu = 931 MeV ಎಂದು ತೋರಿಸಿ.

4. ಬೀಜಾಂಶದ ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಬೈಜಿಕ ಬಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.

5. ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಯೆಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ. ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆಯೊಡನೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯು ಬದಲಾಗುವ ರೀತಿಯನ್ನು ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿ, ಅದರ ಮಹತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

6. 'ಬೀಜವಿದಲನಕ್ರಿಯೆ' ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆಯೊಡನೆ ವಿವರಿಸಿ. ಅದರ ಸದುಪಯೋಗ ಹಾಗೂ ದುರುಪಯೋಗದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಸಿ.

7. 'ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆ' ಮತ್ತು 'ಅವಧಿಕ ಗಾತ್ರ'ವೆಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ. ಅವುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚಿಸಿ.

8. ಬೈಜಿಕ ಶಕ್ತಿ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯೊಂದರ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

9. ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆಯೊಡನೆ ವಿವರಿಸಿ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಉಪಯೋಗದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಸಿ.

10. 'ಬೀಜವಿದಲನ' ಮತ್ತು 'ಬೀಜಸಂಲಯನ' ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
11. 'ತಾರಾಶಕ್ತಿ'ಯ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
12. ಬೈಜಿಕ ವಿಕಿರಣಗಳ ಅಪಾಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
13. ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ವಕ್ರರೇಖೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
14. ಸಂಕುಲನ ಗುಣಾಂಕವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ವಿಲೇವಾರಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
15. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
16. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ${}_8O^{16}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯ 3 fm (i) ${}_{10}Ne^{20}$, (ii) ${}_{16}S^{34}$, (iii) ${}_{26}Fe^{58}$ ಇವುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (*i*) 3.22 fm, (*ii*) 3.855 fm, (*iii*) 4.608 fm,

2. ಒಂದು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ U^{235} ಪರಮಾಣುವನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಬಂದ ವಿದಲನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು Xe^{140} ಮತ್ತು Sr^{94} ವಿದಲನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (R_0 = 1.3fm, 6.7496 fm, 5.7798 fm)

3. ರಾಶಿ ಕೊರತೆ, ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (i) ${}_{35}Br^{79}$ (ii) ${}_{30}Zn^{64}$ (iii) ${}_{25}Mn^{55}$ (iv) ${}_{20}Ca^{40}$ (v) ${}_{15}P^{31}$

   ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ವಿಶ್ರಾಂತ ರಾಶಿಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 78.9184amu, 63.12915amu, 54.93805amu, 39.96259amu ಮತ್ತು 30.97376amu. ಜೊತೆಗೆ, ಪ್ರೋಟಾನಿನ ರಾಶಿ = 1.0073amu ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ರಾಶಿ = 1.0087amu

   (*i*) 0.7199amu, 670.2269MeV, 8.4839MeV/ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು

   (*ii*) 0.58463amu, 544.29MeV, 8.5045MeV/ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು

   (*iii*) 0.5046amu, 469.78MeV, 8.5415MeV/ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು

   (*iv*) 0.3568amu, 332.19MeV, 8.3047MeV/ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು

   (*v*) 0.27446amu, 255.52MeV, 8.2426MeV/ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು

4. $_{92}U^{235} + _0n^1 \rightarrow _{50}Ba^{141} + _{30}Kr^{92} + 3_0n^1$ ಈ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : Ba^{141} ರಾಶಿ = 140.9139amu, Kr^{92} ರಾಶಿ = 91.8973amu U^{235} ರಾಶಿ = 235.0439 amu.

(200.4MeV)

5. ಡ್ಯುಟೆರಾನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನಾಗಿ ಒಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $m_n = 1.00898$amu, $m_p = 1.00759$amu ಡ್ಯುಟೆರಾನ್ ರಾಶಿ = 2.01471amu

(1.732MeV)

6. ಒಂದು ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯು U^{235} ಇಂಧನವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡು 50 MW ದರದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಎಷ್ಟು U^{235} ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿದಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು ವಿದಲನದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿ 200MeV ಮತ್ತು ಅವಾಗಾಡ್ರೊ ಸಂಖ್ಯೆ 6.023×10^{23}.

(1.5625×10^{18}, 1.317 kg)

7. 0.3 kg $_2He^3$ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ

$$_2He^3 + _2He^3 \rightarrow _2He^4 + 2\ _1H^1 + \text{ಶಕ್ತಿ}$$

ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $_2He^3$ ರಾಶಿ = 3.0161mau, $_2He^4$ ರಾಶಿ = 4.0039amu $_1H^1$ ರಾಶಿ = 1.0078 amu.

(35.675×10^{25} MeV)

8. ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಂಲಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ.

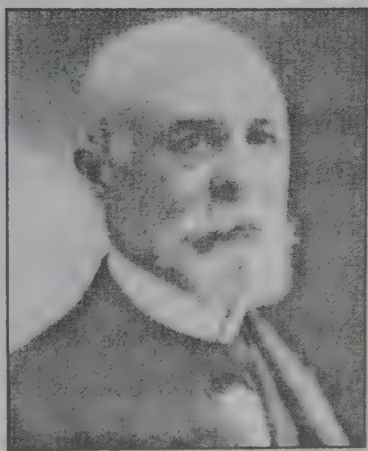
$_1H^1 + _1H^2 \rightarrow _2He^3$ + ಶಕ್ತಿ ($_1H^1$ ರಾಶಿ = 1.007825amu, $_2He^3$ ರಾಶಿ = 3.16030amu, $_1H^2$ ರಾಶಿ = 2.014102 amu).

೨೪. ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ

ಪೀಠಿಕೆ

ಕೆಲವು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಭಾರಧಾತುಗಳು (ಯುರೇನಿಯ್) ಸ್ವಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ ವಿಘಟಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಆಗ ಆಲ್ಫ (α) ಕಣಗಳು (ಇವು ಧನಾವಿಷ್ಟ ಹೀಲಿಯಮ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು), ಬೀಟಾ (β) ಕಣಗಳು (ಕ್ಷಿಪ್ರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು) ಮತ್ತು ಗಾಮ (γ) ಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಘಟನೆ ಅಂತ್ಯಗೊಂಡಾಗ ಸೀಸದ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ನಿಯಮಗಳು



ಬೆಕ್ವೆರಲ್
ವಿಕಿರಣ ಪಟುತ್ವ ಆವಿಷ್ಕಾರಿ

1. ಸಾಡಿಯ ಗುಂಪು ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ನಿಯಮಗಳು

ಒಂದು ವಿಕಿರಣಪಟು ಪರಮಾಣು ಒಂದು ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ, ಹೊಸ ಪರಮಾಣುವೊಂದು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ತಾಯಿ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಹೊಸ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ ನಾಲ್ಕು ಮಾನಗಳಷ್ಟು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಎರಡು ಮಾನಗಳಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವೊಂದು ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ ಆವರ್ತ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಅದರ ಸ್ಥಾನ ತಾಯಿ ಧಾತುವಿನಿಂದ ಎರಡರಷ್ಟು ಎಡಕ್ಕೆ ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಹೀಗೆ ವ್ಯಕ್ತಗೊಳಿಸಬಹುದು :

$$_{Z}X^{A} \xrightarrow[\alpha\text{-ಕ್ಷಯಿಕ}]{} {}_{(Z-2)}y^{(A-4)} + {}_{2}\mathrm{He}^{4}$$

ಉದಾಹರಣೆ :

$$_{92}U^{238} \xrightarrow[\alpha\text{-ಕ್ಷಯಿಕೆ}]{} {}_{90}Th^{234} + {}_{2}He^{4}$$

ಒಂದು ವಿಕಿರಣಪಟು ಪರಮಾಣು ಒಂದು ಬೀಟ ಕಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ, ಹೊಸ ಪರಮಾಣುವೊಂದು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ತಾಯಿ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಹೊಸ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ ಆದರೆ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಮಾನದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇರುತ್ತದೆ.

ವಿಕಿರಣಪಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಂದು ಬೀಟ ಕಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಅದರ ಸ್ಥಾನ ಒಂದು ಸ್ಥಾನ ಬಲಕ್ಕೆ ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಹೀಗೆ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ :

$$_{Z}X^{A} \xrightarrow{\beta\text{-ಕ್ಷಯಿಕೆ}} {}_{(Z+1)}y^{A} + {}_{-1}e^{0}$$



ಸಾಡಿ

ಉದಾಹರಣೆ :

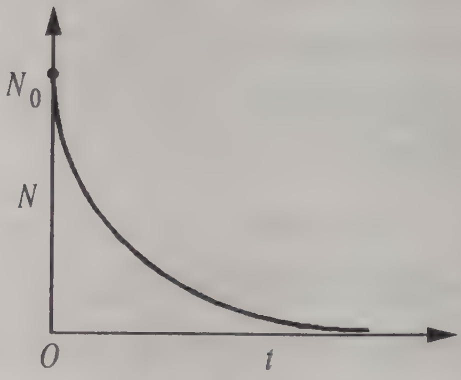
$$_{90}Th^{234} \xrightarrow{\beta\text{-ಕ್ಷಯಿಕೆ}} {}_{91}Pa^{234} + {}_{-1}e^{0}$$

ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸೊಂದು ಗಾಮ ಕಿರಣವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ, ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ರಾಶಿ ಎರಡೂ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಇಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸ್ಥಿತಿ (ಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಿತಿ) ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಧಾತುವು ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳದೆ ಅದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

2. ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮ

ವಿಕಿರಣಪಟು ಪದಾರ್ಥದ ವಿಘಟನೆಯ ದರವು, ಯಾವುದೇ ಕಾಲ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಿಘಟನೆಯಾಗದೆ ಉಳಿದಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.



ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮ

ಚಿತ್ರ 24.1

ವಿವರಣೆ : ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ವಿಘಟನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೊಸ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಜೊತೆಗೆ, ತಾಯಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ $t = 0$ ಸಮಯದಲ್ಲಿ N_0 ತಾಯಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿದ್ದರೆ, t

ಸಮಯದ ನಂತರ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ವಿಘಟನೆಯಾಗದೆ ಉಳಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N ಆಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, $\frac{dN}{dt} \propto N$ ಅಥವಾ $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

ಇಲ್ಲಿ λ ಎಂಬುದು **ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ**. ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ತಾಯಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿ

$t=0$ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N_0. t ಸಮಯದ ನಂತರ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N, ಆಗ ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ,

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \qquad \dots (1)$$

λ ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಋಣ ಚಿಹ್ನೆಯು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ತಾಯಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

ಅನುಕಲಿಸಿದಾಗ, $\int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt$

$$\log_e N = -\lambda t + C \qquad \dots (2)$$

C - ಅನುಕಲನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ.

$t=0$ ಇದ್ದಾಗ, $N = N_0$

$\therefore \quad \log_e N_0 = 0 + C$ ಅಥವಾ $C = \log_e N_0$

(2) ಮತ್ತು (3) ರಿಂದ, $\log_e N - \log_e N_0 = -\lambda t$

$\log_e \left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t$ ಅಥವಾ $\boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}}$

ಇದರಿಂದ ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಘಾತಾಂಕ ಫಲನರೀತ್ಯಾ (*exponentially*) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ವಿವರಣೆ

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$t = \frac{1}{\lambda}$ ಆದಾಗ $N = N_0 e^{-\lambda \times \frac{1}{\lambda}} = N_0 e^{-1}$ ಅಥವಾ $N = \frac{N_0}{e}$

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{2.718} = 0.3678$$

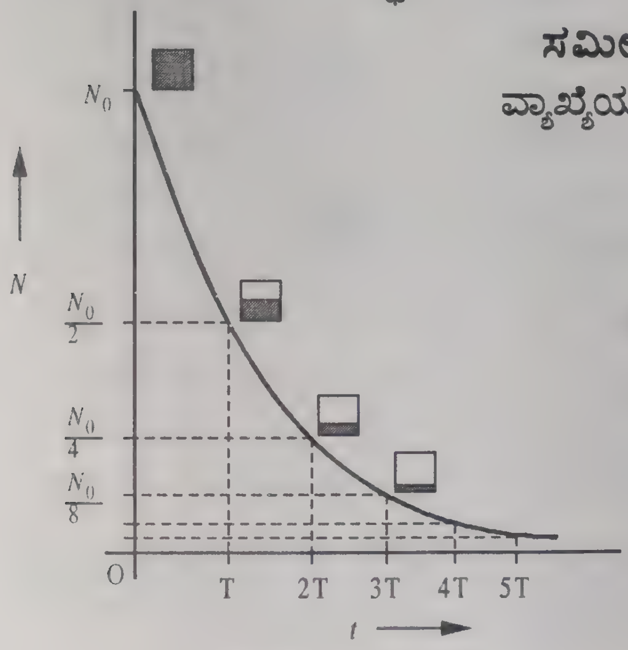
$N = 0.3679 N_0$ ಅಥವಾ, $N = 0.37 N_0$

ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 37% ಗೆ ಇಳಿಯಲು (ಅಥವಾ, 63% ನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು) ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಅವಧಿಯ ವ್ಯುತ್ಕ್ರಮ (*reciprocal*) ವನ್ನು ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ *SI* ಮಾನಕ s^{-1}

ಅರ್ಧಾಯು

ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿದ್ದ ಒಟ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ವಿಘಟನೆಗೊಳ್ಳಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲಾವಧಿಯನ್ನು ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವಿನ ಅರ್ಧಾಯು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರತೀಕ T ಅರ್ಧಾಯುವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ಷಯಾನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಶೇಷವೂ ತನ್ನ ಅರ್ಧದಷ್ಟಕ್ಕೆ ಕ್ಷಯಿಸಲು ಇಷ್ಟೇ (T) ಕಾಲವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇದೊಂದು ಸ್ಥಿರ ಕಾಲಾವಧಿ.



ಅರ್ಧಾಯು ವಿವರಣೆ
ಚಿತ್ರ 24.2

ಸಮೀಕರಣದ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿ : ಅರ್ಧಾಯುವಿನ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ $t = T$ ಆಗಿದ್ದಾಗ.

$N = \frac{N_0}{2}$ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿದರೆ,

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$ ಅಥವಾ $2 = e^{\lambda T}$

ಲಾಗರಿಥಮ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, $\lambda T = \log_e 2 = 0.3010 \times 2.303 = 0.693$

$$\boxed{T = \frac{0.693}{\lambda}}$$

ಆದ್ದರಿಂದ, ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯ ಅರ್ಧಾಯು ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ವಿಲೋಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸರಾಸರಿ ಆಯು

ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಒಟ್ಟು ಜೀವಿತಾವಧಿ ಮತ್ತು ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನಡುವಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವಿನ ಸರಾಸರಿ ಆಯು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. τ ಸರಾಸರಿ ಆಯುವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$\tau = \frac{\text{ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಜೀವಿತಾವಧಿಯ ಮೊತ್ತ}}{\text{ಒಟ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

$\tau = \frac{1}{\lambda}$ ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು.

ಸರಾಸರಿ ಆಯು ಮತ್ತು ಅರ್ಧಾಯುವಿನ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ

ಅರ್ಧಾಯು, $T = \frac{0.693}{\lambda}$ ಸರಾಸರಿ ಆಯು = $\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda}}$

$\therefore \quad T = 0.693\tau$, ಅಥವಾ $\boxed{\tau = \frac{T}{0.693}}$

ಪಟುತ್ವ

ಏಕಮಾನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಕ್ಷಯಿಕೆಯ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಪಟುತ್ವವು $A = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda N$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

$A_0 = \lambda N_0$. A_0 ಎಂಬುದು $t = 0$ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ.

ಪಟುತ್ವದ ಏಕಮಾನಗಳು

ವಿಕಿರಣಪಟು ಪದಾರ್ಥದ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ಏಕಮಾನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ವಿಘಟನೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದರ ದರದಲ್ಲಿ ವಿಘಟನೆಯಾದರೆ ಆಗ ವಿಕಿರಣಪಟುವಿನ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ಒಂದು **ಬೆಕ್ವೆರೆಲ್** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನು Bq ಇಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೆಚ್ಚು ಜನಪ್ರಿಯವಾದ ಏಕಮಾನ ಕ್ಯೂರಿ. ಇದು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 3.7×10^{10} ವಿಘಟನೆಗಳು.

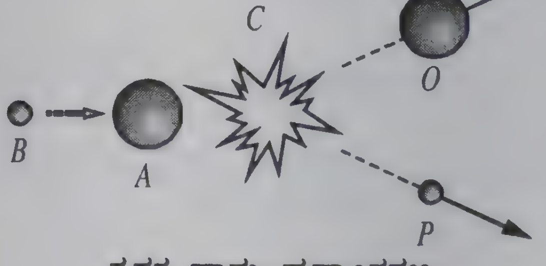
ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 3.7×10^{10} ರ ದರದಲ್ಲಿ ವಿಘಟನೆಗಳಾದರೆ ಆಗ ವಿಕಿರಣಪಟುವಿನ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ಒಂದು ಕ್ಯೂರಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನು Ci ಪ್ರತೀಕದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮತ್ತೊಂದು ಏಕಮಾನ. ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 10^6 ರಂತೆ ವಿಘಟನೆಯಾದರೆ ಆಗ ಪಟುತ್ವವು ಒಂದು ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಕೃತಕ ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ

ಒಂದು ಧಾತುವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಧಾತುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಬೈಜಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದಲ್ಲಿ ಧಾತುಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕೃತಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಧಾತುವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಧಾತುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪ್ರಚೋದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪ್ರೋಟಾನು, ಡ್ಯುಟೆರಾನು ಮುಂತಾದ ಮೂಲಭೂತ ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಟಸ್ಥ ಕಣವಾದ್ದರಿಂದ ಅದು ಯಾವುದೇ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಎದುರಿಸದೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಾದರೆ ಅವು ಪರಮಾಣುವಿನ ವಿಭವ ಪ್ರತಿಬಂಧವನ್ನು ಮೆಟ್ಟಿ ಮುನ್ನುಗುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾಗಿರಬೇಕು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.



ಕೃತಕ ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ

ಚಿತ್ರ 24.3

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮೇಲಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$A + B \rightarrow C \rightarrow P + O$$

ಇಲ್ಲಿ B ಪ್ರಕ್ಷೇಪ (*projectile*) ಇದು ಲಕ್ಷ್ಯ (*target*) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ A ಅನ್ನು ತಾಡಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ಸೇರಿ ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ C ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಇದು ಸೀಳಿಕೆಯಾಗಿ ಹೊರ ಹೋಗುವ ಕಣ O ಮತ್ತು ಉಳಿಕೆ ಉತ್ಪನ್ನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ P ಬರುತ್ತವೆ.

1919ರಲ್ಲಿ ರುದರ್ಫರ್ಡ್ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಕೃತಕ ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣವನ್ನು ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಅನ್ನು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು.

$${}_{2}He^{4} + {}_{7}N^{14} \rightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}$$

ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ

ಹಗುರ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕೃತಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿ ಮಾಡುವ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಅಥವಾ ಪ್ರಚೋದಿತ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ, ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಬೊರಾನ್ ಮತ್ತು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಅನ್ನು ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿದರು. ಲಕ್ಷ್ಯವು ಕೆಲವು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೊಮ್ಮಿಸಿದವು. ಆಲ್ಫ - ಕಣಗಳ ಆಕರವನ್ನು ತೆಗೆದ ಮೇಲೂ ವಿಕಿರಣದ ಹೊನಲು ಮುಂದುವರಿದಿತ್ತು. ಅನೇಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಹೊಮ್ಮಿದ ವಿಕಿರಣ **ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು** ಒಳಗೊಂಡಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಖಾತರಿ ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಸಮನಾದ ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಮತ್ತು ರಾಶಿ ಇರುವ ಕಣಗಳು.

ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದರು : ಮೇಲೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಆಲ್ಫ - ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿದಾಗ, ಒಂದು ಅಸ್ಥಿರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದು ಸ್ವಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ ವಿಘಟನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಬೊರಾನಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಈ ರೀತಿ ಇರುತ್ತದೆ.

$${}_{5}B^{10} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{7}N^{13*} + {}_{0}n^{1}$$

ನೈಟ್ರೋಜನ್ ವಿಕಿರಣಪಟು. ಅದು ಕ್ಷಯಿಸಿ ಪಾಸಿಟ್ರಾನಿನ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯೊಂದಿಗೆ ಕಾರ್ಬನ್‌ನ ಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

$${}_{7}N^{13*} \rightarrow {}_{6}C^{13} + {}_{1}e^{0}$$

ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್‌ನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ,

$${}_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{15}P^{31*} \rightarrow {}_{15}P^{30*} + {}_{0}n^{1}$$

ಇಲ್ಲಿ P^{30} ವಿಕಿರಣಪಟು. ಅದು ವಿಘಟನೆ ಹೊಂದಿ ಪಾಸಿಟ್ರಾನಿನ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯೊಂದಿಗೆ

ಸಿಲಿಕಾನ್‌ನ ಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

$${}_{15}P^{30*} \rightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{+1}e^{0}$$

ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವವು ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮಗಳನ್ನೂ ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಆಲ್ಫ, ಬೀಟ ಮತ್ತು ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಅಥವಾ ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ, ವಿವಿಧ ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸುವ ಮೂಲಕ ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳನ್ನೂ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು.

ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು

ಒಂದೇ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ವಿಕಿರಣಪಟುವಾಗಿರುವ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದೇ ಧಾತುವಿನ ರೇಡಿಯೋಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳ ವಿಕಿರಣಪಟು ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ರಾಶಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಕಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕಗಳಲ್ಲಿ ಡ್ಯುಟೆರಾನ್ ಅಥವಾ α-ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈವೊತ್ತು ಪ್ರತಿ ಧಾತುವಿಗೆ ಕನಿಷ್ಠ ಒಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ.

ರೇಡಿಯೋಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳ ಪ್ರಸ್ತಾಪ

ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಕೃಷಿ, ವೈದ್ಯಕೀಯ, ಕೈಗಾರಿಕೆ, ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೂವಿಜ್ಞಾನಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.

ಕೃಷಿಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗ

1. ಅಪಾಯಕಾರಿ ಪೀಡೆಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೆ
2. ಕಾಳುಗಳು, ತರಕಾರಿಗಳು ಮತ್ತು ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಕೆಡದಂತೆ ಇಡಲು
3. ಸಸ್ಯಗಳ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ
4. ಹೊಸ ತಳಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು

ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗ

1. ರಕ್ತಹೀನತೆ (*anemia*) ಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು
2. ಗಂತಿಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಂಗಾಂಶಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಲು
3. ಚರ್ಮ ರೋಗದ ಉಪಚಾರಕ್ಕೆ

4. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅನ್ನು ವಾಸಿಮಾಡಲು

ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗ

1. ಮಿಶ್ರ ಲೋಹಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ
2. ದೀಪ್ತ ಪೈಂಟ್‌ಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ
3. ಕೀಲೆಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ಗ್ರೀಸ್‌ಗಳನ್ನು ಏಕರೂಪವಾಗಿ ಮಿಶ್ರಮಾಡಲು

ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗ

1. ಕೆಂಪು ರಕ್ತ ಕಣಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು
2. ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬಿನ ಬಳಕೆಯ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ
3. ಕೊಬ್ಬಿನ ಉಪಾಪಚಯವನ್ನು (*metabolism*) ಪತ್ತೆಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ
4. ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು ಯಾವ ರೀತಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು

ಭೂವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗ

1. ಬಂಡೆ ಅಥವಾ ಖನಿಜಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು
2. ಪುರಾತನ ಅವಶೇಷಗಳು ಮತ್ತು ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮಾದರಿಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು
3. ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲು
4. ತೈಲ ಶೋಧಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭೂಪದರಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ

ವಿಕಿರಣದ ಜೈವಿಕ ಪರಿಣಾಮ

ರೇಡಿಯೋನ್ಯೂಕ್ಲೈಡ್‌ಗಳಿಂದ ಹೊಮ್ಮುವ ವಿವಿಧ ಕಿರಣಗಳು ಅವು ಹಾದು ಹೋಗುವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಣ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅಯಾನೀಕರಣ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಎಲ್ಲಾ ತರದ ವಿಕಿರಣಗಳೂ ಜೀವಂತ ಅಂಗಾಂಶಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಕಾರಕವೆ. ಹಾನಿ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಅಂಗಾಂಶವು ಬಹಳ ಸಲ ತನ್ನನ್ನು ತಾನೆ ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ತಡವಾಗಿ - ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಮೈಯೊಡ್ಡಿದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ವಿಕಿರಣದ ಅಪಾಯ ಉಪೇಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟಿದೆ. ವಿಕಿರಣ ಪ್ರಭಾವದ ಸಾಧ್ಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು : ಕ್ಯಾನ್ಸರ್, ಲ್ಯುಕೇಮಿಯಾ ಮತ್ತು ದೈಹಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ ವಿಕೃತಗೊಂಡ ಮಕ್ಕಳ ಜನನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಉತ್ಪಾದಕ ಕೋಶಗಳ ಡಿ.ಎನ್.ಎನಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ.

ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸೀವರ್ಟ್ (*sievert*) ಎಂಬ ಏಕಮಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕೆ.ಜಿ. ದೇಹದ ಅಂಗಾಂಶವು ಒಂದು ಜೌಲ್‌ನಷ್ಟು ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣ ಅಥವಾ ಗಾಮ ಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡಾಗ ಆಗುವಷ್ಟೆ ಜೈವಿಕ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಯಾವುದೇ ವಿಕಿರಣದ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಒಂದು ಸೀವರ್ಟ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ರಕ್ಷಣಾ ಕ್ರಮಗಳು

ಎಲ್ಲಾ ತರದ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯಲು ಗುರಾಣಿ ಅಥವಾ ಕವಚ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಕವಚದ ದಪ್ಪ ಯಾವ ವಿಧದ ವಿಕಿರಣ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಬೀಟ ಕಣಗಳ ಭೇದನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಬೀಟ ಕಣಗಳನ್ನು ತಡೆಯಲು ದಪ್ಪನಾದ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್ ಫಲಕವೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಭೇದನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವು ಒಳ ಅಂಗಗಳನ್ನೂ ಘಾಸಿಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ದೂರ ಇರುವುದೇ ಕ್ಷೇಮ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಕೂಡ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಹಾನಿಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಮೇಣದಂತ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲವು. ವಿಕಿರಣಪಟು ಆಕರಗಳನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ ತುಂಬಾ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ಉದಾಹರಣೆಗಳು

1. **6 ವರ್ಷದಲ್ಲಿ 3mg ರೇಡಿಯಮ್ α ಕ್ಷಯಿಕೆಯಿಂದ 1 mg ಆಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ (*decay constant*) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

ರೇಡಿಯಮ್‌ನ ಪ್ರಾರಂಭದ ರಾಶಿ, $M_0 = 1g = 1\times10^{-3}\,kg$

t = 6 ವರ್ಷ ಕ್ಷಯಿಕೆಯಾದ ರೇಡಿಯಮ್‌ನ ರಾಶಿ $= 3\text{mg} = 3\times10^{-6}\text{kg}$

6 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಉಳಿದ ರೇಡಿಯಂನ ರಾಶಿ, $M = 1\times10^{-3} - 3\times10^{-6} =$

$= 0.99\times10^{-3}$

ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆ ಅದರ ರಾಶಿಗೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$N \propto M$ ಮತ್ತು $N_0 \propto M_0$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{M}{M_0} = \frac{0.997\times10^{-3}}{1\times10^{-3}} = 0.997$$

ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮ (*decay law*) ದ ಪ್ರಕಾರ, $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

ಅಥವಾ, $\frac{M}{M_0} = e^{-\lambda t}$

$0.997 = e^{-\lambda t}$ ಅಥವಾ $e^{6\lambda} = \frac{1}{0.997}$

ಲಾಗರಿಥಮ್ಮನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, $6\lambda = 2.303 \log_{10}\left(\frac{1}{0.997}\right)$

$= 30 \times 10^{-4} \quad = \lambda = 5 \times 10^{-4}$ ಪ್ರತಿವರ್ಷ

2. ಒಂದು ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯ ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಪ್ರತಿ ದಿನಗಳ 0.06 ಆದರ ಅರ್ಧಾಯು ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಆಯುವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $\lambda = 0.06$ ಪ್ರತಿದಿನಕ್ಕೆ

$$\tau = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.06} = 11.55 \text{ ದಿನಗಳು}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.06} = 16.66 \text{ ದಿನಗಳು}$$

3. 1g ಟೆಕ್ನಿಷಿಯಮ್ - 99ನ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಅದರ ಅರ್ಧಾಯು 360 ನಿಮಿಷಗಳು.

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $\tau = 360$ ನಿಮಿಷಗಳು $= 360 \times 60$

$$\lambda = \frac{0.693}{T} = \frac{0.693}{360 \times 60} = 3.2 \times 10^{-5} s$$

ಪಟುತ್ವ $\frac{dN}{dt} = \lambda N$. N ಎಂಬುದು 1g ಟೆಕ್ನಿಷಿಯಮ್ - 99ರಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ.

99g ಅಥವಾ 99×10^{-3}kg ಟೆಕ್ನಿಷಿಯಮ್ - 99ರಲ್ಲಿ $\frac{6.023 \times 10^{26}}{99 \times 10^{-3}}$

$= 6.08 \times 10^{21}$ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

$$\therefore \quad \frac{dN}{dt} = 3.2\times10^{15} \times 6.08\times10^{21} = 19.5\times10^{16}\, Bq$$

4. ಒಂದು ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯ ಅರ್ಧಾಯು 40 ನಿಮಿಷಗಳು. ಮಾದರಿಯ $\frac{1}{40}$ ರಷ್ಟು ಕ್ಷಯಗೊಳ್ಳಲು ಎಷ್ಟು ಕಾಲಬೇಕು ?

ಕೊಟ್ಟಿದೆ : $\tau = 40$ ನಿಮಿಷಗಳು $\lambda = ?\ \tau = ?$

$$\lambda = \frac{0.693}{T} = \frac{0.693}{40} = 0.0173 \text{ ನಿಮಿಷಗಳು}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\therefore \frac{39N_0}{40} = N_0 e^{-0.0173t} \qquad \left(N_0 - \frac{N_0}{40} = \frac{39N_0}{40}\right)$$

ಅಥವಾ, $e^{+0.0173t} = \frac{40}{39}$

ಲಾಗರಿಥಮ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, $0.0173t = \log_e\left(\frac{40}{39}\right)$ ಅಥವಾ

$$t = \frac{2.303(\log_{10} 40 - \log_{10} 39)}{0.0173}$$

$$\frac{2.303(1.6021 - 1.5911)}{0.0173} = \frac{2.303\times0.11}{0.0173} = 1.462 \text{ ನಿಮಿಷಗಳು}$$

$\frac{1}{40}$ ರಷ್ಟು ಕ್ಷಯಿಕೆಯಾಗಲು ಮಾದರಿಯು 1.462 ಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

5. ಒಂದು ವಿಕಿರಣ ಪಟು ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ 4mci ಅದರ ಅರ್ಧಾಯು 10 ನಿಮಿಷಗಳಾಗಿದ್ದರೆ, 25 ನಿಮಿಷಗಳ ನಂತರ ಅದರ ಪಟುತ್ವವೇನು?

$$\frac{dN}{dt} = 4mli = 4\times10^{-3} \times 3.7\times10^{10} \text{ಕ್ಷಯಿಕೆ/ಸೆ} = 14.8\times10^{7} = \frac{\text{ಕ್ಷಯಿಕೆ}}{\text{ಸೆ}}$$

$$\frac{dN_0}{at} = \lambda N_0 \text{ ಅಥವಾ } N_0 = \frac{dN./dt}{\lambda} = \frac{14.8\times10^7}{0.001155}$$

$= 1.28\times10^{11}$ ಪರಮಾಣುಗಳು

$$\frac{N_0}{N} e^{\lambda t} \quad \text{ಅಥವಾ} \quad 2.303\log\left(\frac{N_0}{N}\right) = \lambda t$$

$$\log\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{0.001155\times25\times60}{2.303}$$

$= 0.7523 \quad (\because t = 25$ ನಿಮಿಷಗಳು$)$

25 ನಿಮಿಷಗಳ ನಂತರ ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ $\frac{dN}{dt} = \lambda N$

$$\frac{dN}{dt} = 0.001155\times0.2264\times10^{11} = 2.614\times10^7 \frac{\text{ಕ್ಷಯಿಕೆ}}{\text{ಸೆ}}$$

$$\frac{2.614\times10^7}{3.7\times10^{10}} = 0.706\times10^{-3}\text{Ci} = 0.706\text{mCi}$$

25 ನಿಮಿಷದ ನಂತರ ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ 0.706mCi

6. ಒಂದು ಕ್ಯೂರಿ U^{234} ನ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು ?

$$\frac{dN}{dt} = 1\text{Ci}$$

∴ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಎಲ್ಲಾ U-234 ಪರಮಾಣುಗಳ ರಾಶಿ

$$= \frac{3.7\times10^{10}}{6.023\times10^{23}}\times234 = 1.44\times10^{-11}\,g$$

$$= 1.44\times10^{-14}\,kg$$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವವನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಯಾರು ?
2. ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಎಂದರೇನು ?
3. ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಎರಡು ಧಾತುಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
4. ಆಲ್ಫ, ಬೀಟಾ ಮತ್ತು ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳೆಂದರೇನು ? (ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಒಂದು ಅಂಕ)
5. ಸಾಡಿಯ ಗುಂಪು ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟದ ಅನ್ವಯದಿಂದ ಒಂದು ಧಾತು ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿದಾಗ ತಾಯಿ ಧಾತು ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
6. ಪ್ರಶ್ನೆ 5 ರಲ್ಲಿ ಬೀಟ ಹೊರಸೂಸಿದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
7. ಪ್ರಶ್ನೆ 5ರಲ್ಲಿ ಗಾಮ ಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ?
8. ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮವೇನು ?
9. ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕವೆಂದರೇನು ?
10. ವಿಕಿರಣಪಟು ಧಾತುವಾದ $^{238}_{92}X$ ಒಂದು ಆಲ್ಫಕಣ ನಂತರ ಬೀಟ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ $^{A}_{Z}Y$ ಎಂಬ ಧಾತು ಸೃಷ್ಟಿಯಾದರೆ A ಮತ್ತು Z ಗಳ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ?
11. ಅರ್ಧಾಯುಗೂ, ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.
12. ಅರ್ಧಾಯುಗೂ ಸರಾಸರಿ ಆಯುಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ತಿಳಿಸಿ.
13. ಪಟುತ್ವದ ಏಕಮಾನ (ಎಸ್ಐ) ತಿಳಿಸಿ.
14. ಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ ಎಂದರೇನು $^{238}_{92}X$
15. ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಎಂದರೇನು $^{238}_{92}X$
16. ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಯಾವ ರೀತಿಯ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ?
17. ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಎಂದರೇನು ?
18. ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಅ) ಕೃಷಿಯಲ್ಲಿ, ಆ) ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ಇ) ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ, ಈ) ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ಉ) ಭೂವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ. (ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಒಂದು ಅಂಕ)

19. ವಿಕಿರಣದ ಜೈವಿಕ ಪರಿಣಾಮವೇನು ?

20. 'ಕ್ಯೂರಿ'ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ.

21. ಒಂದು ಸರಾಸರಿ ಆಯುಷ್ಯದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಶತ ಎಷ್ಟು ಭಾಗ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಧಾತು ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ ?

22. ಒಂದು ಧಾತುವಿನ ಸರಾಸರಿ ಆಯುಷ್ಯ ಒಂದು ವರ್ಷ. ಅದರ ಅರ್ಧಾಯುಷ್ಯ ಎಷ್ಟು ?

23. ಒಂದು ರೇಡಿಯೋ ಧಾತುವಿನ ಪಟುತ್ವ ಅದರ ಮೊದಲ ತೀವ್ರತೆ I_o ನ ಮೂರರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಾಲಿಗೆ 9 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು 8 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಅದರ ಪಟುತ್ವ ಎಷ್ಟಾಗಿರುತ್ತದೆ ?

24. ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಖಾಯಿಲೆಗೆ ಬಳಸುವ ರೇಡಿಯೋ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಯಾವುದು?

25. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ${}^{30}_{15}\mathrm{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\mathrm{Si} + x$, x ಯಾವ ಕಣ ?

ನಾಲ್ಕು / ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಸಾಡಿ ಗುಂಪು ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಹೇಳಿ, ಉದಾಹರಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಸಿ.

3. ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕ, ಅರ್ಧಾಯು ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಆಯುಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ. $T = \dfrac{0.693}{\lambda}$ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ.

4. ಕೃತಕಧಾತು ದ್ರವ್ಯಾಂತರಣ ಮತ್ತು ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

ಐದು ಅಂಕಗಳ ಲೆಕ್ಕಗಳು

1. ಪಲೋನಿಯಮ್‌ನ ಅರ್ಧಾಯು 138 ದಿನಗಳು. 1/10 ರಷ್ಟು ಕ್ಷಯಿಕೆಯಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕಾಲವೆಷ್ಟು ?

   (20.67 ದಿನಗಳು)

2. ವಿಕಿರಣಶೀಲ ವಸ್ತುವಿನ ವಿಘಟನಾ ನಿಯತಾಂಕವು ದಿನ ಒಂದಕ್ಕೆ 0.00231 ಆಗಿದೆ. ಅದರ ಅರ್ಧಾಯು ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಆಯುಷ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (300 ದಿನಗಳು, 433 ದಿನಗಳು)

3. 6 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ 1ಗ್ರಾಂ ರೇಡಿಯಮ್ 3mg ಗೆ ಇಳಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಅರ್ಧಾಯು ಮತ್ತು ಕ್ಷಯಿಕೆ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

   (1389ವ, 0.00049/ವ)

4. ಬೀಟಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಟ್ರೀಷಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನ ಅರ್ಧಾಯುಷ್ಯವು 12.5 ವರ್ಷಗಳು 25 ವಷ4ಗಳ ನಂತರ ವಿಘಟನೆಯಾಗದೆ ಉಳಿಯುವ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು ?

(ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿದ್ದ ತೂಕದ 1/4 ಭಾಗದಷ್ಟು)

5. ಒಂದು ವಿಕಿರಣಪಟು ಮಾದರಿಯ ಪಟುತ್ವ 10^{-2} Ci ಮಾದರಿಯ ಅರ್ಧಾಯು 2 ವರ್ಷಗಳಾದರೆ 1.5 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಅದರ ಪಟುತ್ವ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ?

6. 1mg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪಟುತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(*i*) Te-125, $T = 58$ ದಿನಗಳು , (*ii*) Sn-116, $T = 54$ ನಿಮಿಷಗಳು

Ag-107, $T = 44$ s .

$\left(1.8\text{Ci}, 3\times10^{4}\text{Ci}, 2.395\times10^{6}\text{Ci}\right)$

7. ಒಂದು ಕ್ಯೂರಿ ಪಟುತ್ವ ಹೊಂದಿರುವ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಪದಾರ್ಥಗಳ ರಾಶಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(*i*) U-238, (*ii*) Cs-134, (*iii*) Kr-85

$(146.2\times10^{-1}\text{ kg}, 8.2\times10^{-15}\text{ kg}, 5.2216\times10^{-15}\text{ kg})$

8. 15Ci ಪಟುತ್ವ ಹೊಂದಿರುವ P–210 ರಾಶಿಯನ್ನು ಕಂಡಹಿಡಿಯಿರಿ. Po- 210 ಅರ್ಧಾಯು 138 ದಿನಗಳು.

$\left(3.33\times10^{-6}\,kg\right)$

9. ಒಂದು ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಮ್ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ - 239 ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 2300 α ಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್‌ನ ಅರ್ಧಾಯುವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

(1.438×10^{6} ವರ್ಷಗಳು)

10. ಪೊಲೋನಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನ ಅರ್ಧಾಯುಷ್ಯವು 138 ದಿನಗಳಾದರೆ, 5 m Ci ನಷ್ಟು ಅಲ್ಫಕಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ $^{210}_{84}$Po ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು?

(1.11×10^{-6} ಗ್ರಾಂ)

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಐದು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

೨೫. ಮೂಲಕಣಗಳು

ಪೀಠಿಕೆ

ಉಪಕಣಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿರುವ ವಸ್ತು ಘಟಕವೇ ಮೂಲಕಣ. ಉದಾ : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಇತ್ಯಾದಿ. ಹೀಗೆ ಪರಿಗಣಿಸಲು ಇವುಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಉಳಿಯಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಸ್ತುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳರೂಪವೆಂಬ ಊಹೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಣ್ಣ ಘಟಕಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯಲಾಗದ ಕಣವೆಂಬ ನಂಬಿಕೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಲೆಪ್ಟಾನ್ ಮತ್ತು ಹೇಡ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವಿಂಗಡಣೆಗಳ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಸಮಾಡೋಣ.

ಲೆಪ್ಟಾನ್

ಈ ಕಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಹೀಗಿದೆ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಇವು ನಿಜವಾದ ಮೂಲಕಣಗಳು. ಇವಕ್ಕೆ ಆಕಾರವಾಗಲಿ, ಗಾತ್ರವಾಗಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಮ್ಯೂಆನ್, ಟೌಕಣ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋದ ಮೂರು ಬಗೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳ ಯಾವುದೇ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಲೆಪ್ಟಾನ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಲೆಪ್ಟಾನ್ ಯಾವುದೇ ಪ್ರಬಲ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಗೂ ಒಳಗಾಗದು. ಅದಕ್ಕೆ ಗಿರಕಿ $\frac{1}{2}$ (ಸ್ಪಿನ್) ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಅಂತರ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೂಲಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ಜರಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಲೆಪ್ಟಾನಿನ ಪ್ರತಿಕಣಕ್ಕೆ ಆಂಟಿಲೆಪ್ಟಾನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೆ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್, ಮ್ಯೂಆನ್‌ಗೆ ಧನಮ್ಯೂಆನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗೆ ಆಂಟಿನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಮತ್ತು ಟೌಕಣಕ್ಕೆ ಟೌ-ಪ್ಲಸ್‌ಕಣ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಪ್ರತಿಕಣಗಳು. ಪ್ರತಿಕಣಗಳ ಆವೇಶ, ರಾಶಿ, ಗಿರಕಿ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲ ಕಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಮತ್ತು ಆಂಟಿನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳ ಗಿರಕಿ ದಿಶೆ ಮಾತ್ರ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವಿಂಗಡಣೆ	ಹೆಸರು	ಕಣ ಪ್ರತೀಕ	ಪ್ರತಿಕಣ	ಮಾಧ್ಯ ಆಯು	ಗಿರಕಿ
ಲೆಪ್ಟಾನ್	e - ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ	ν_e	$\bar{\nu}_e$	ಸ್ಥಿರ	$\frac{1}{2}$
ಲೆಪ್ಟಾನ್	μ - ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	ಸ್ಥಿರ	$\frac{1}{2}$
ಲೆಪ್ಟಾನ್	τ - ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	ಸ್ಥಿರ	$\frac{1}{2}$
ಲೆಪ್ಟಾನ್	ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್	e^-	e^+	ಸ್ಥಿರ	$\frac{1}{2}$
ಲೆಪ್ಟಾನ್	ಮ್ಯೂಆನ್	μ^-	μ^+	$2.2\times10^{-6}s$	$\frac{1}{2}$
ಲೆಪ್ಟಾನ್	ಟೌ	τ^-	τ^+	$5\times10^{-13}s$	$\frac{1}{2}$

ಇವು ದುರ್ಬಲ ಅಂತಕ್ರಿಯೆ ಹೊಂದಿರುವ ಕಣಗಳು.

ಹೇಡ್ರಾನ್

ಇತರ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ತೀವ್ರವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಮೂಲ ಕಣಗಳಿಗೆ ಹೇಡ್ರಾನ್ ಎಂಬ ವಿಂಗಡಣೆ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಆದರೂ ಈ ಕಣಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವಿದೆ, ಆಕಾರವಿದೆ. ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರದ ಅಳತೆಗೆ ಫರ್ಮಿ ಅಥವಾ ಫೆಮ್ಟೋಮೀಟರ್ ($10^{-15}m$) ಎಂಬ ಮಾನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. **ಬಾರ್ಯಾನ್** ಮತ್ತು **ಮೀಸಾನ್**ಗಳು ಉಪವಿಭಾಗಗಳು. ಇವಕ್ಕೆ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಸಹಿತವಾದ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ನಿಜಕ್ಕೂ ಮೂಲಕಣಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಾರದೆಂಬ ವಾದವೂ ಇದೆ.

1) ಮೀಸಾನ್

ಈ ಕಣಗಳ ಗಿರಕಿ ಶೂನ್ಯ ಅಥವಾ ಅನುಕಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು **ಬೋಸಾನ್** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. (ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಸತ್ಯೇಂದ್ರನಾಥ ಬೋಸರ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿರುವ ಹೆಸರು) **ಪೈಆನ್, ಕೇಆನ್, ಈಟ** ಹೆಸರಿನ ಕಣಗಳು ಬೋಸಾನ್‌ಗಳು

2) ಬಾರ್ಯಾನ್

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಗಿದ್ದಾಗ

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೂ, ಮುಕ್ತ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅದು ಮಾಧ್ಯಆಯು, 15ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ β - ಕ್ಷಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣವೊಂದೇ ಸ್ಥಿರ ಹೆಡ್ರಾನ್ ಎಂದು ಮೊದಲಿಗೆ ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಈಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಲೆಪ್ಟಾನ್ ಆಗಿ ಕ್ಷಯಹೊಂದುತ್ತದೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಲಾಗಿದೆ. ಇರುವ ಮುಜುಗರವೆಂದರೆ ಅದರ ಅತ್ಯಂತ ಸುದೀರ್ಘ ಮಾಧ್ಯ ಆಯು; 10^{38} ವರ್ಷಗಳು !

ಬೀಟಕ್ಷಯ

ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದಲ್ಲಿ ಸ್ವಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ ಬೀಟಕಣಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದೇವೆ. (ಅ 24) ಋಣ ಬೀಟಕ್ಷಯದಲ್ಲಿ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆಗಿ ವಿಘಟಿಸುತ್ತದೆ.

$$n^{\circ} \rightarrow P^{+} + e^{-}$$

ಹಾಗೆಯೇ, ಧನ ಬೀಟಕ್ಷಯದಲ್ಲಿ

$$P^{+} \rightarrow n^{\circ} + e^{+}$$

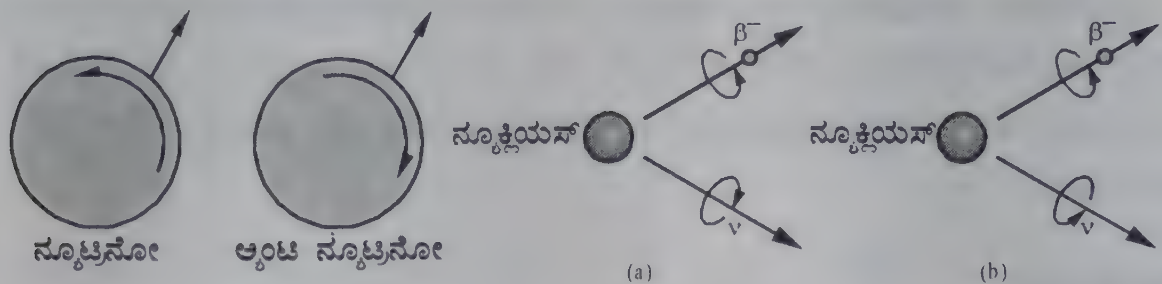
ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದಾಗ ವಿಘಟನೆಗೆ ಮುಂಚಿತವಾಗಿನ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಮೊತ್ತಕ್ಕಿಂತ ವಿಘಟನೆ ನಂತರದ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಮೊತ್ತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಹಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಬೀಟಕ್ಷಯವಾದಾಗ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಿತ ನಿಯಮ ಉಲ್ಲಂಘನೆಯಾಗಿದೆಯೆ ? ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಸಂವೇಗ ಸಂರಕ್ಷಿತ ನಿಯಮಗಳೂ ಉಲ್ಲಂಘನೆಯಾಗಿರುವಂತೆ ತೋರಿತು.

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಇದ್ದದ್ದು ಎರಡೇ ಎರಡು ಮಾರ್ಗಗಳು. ಮೊದಲನೆಯದು ಸಂರಕ್ಷಿತ ನಿಯಮವನ್ನೇ ಕೈ ಬಿಡುವುದು. ಎರಡನೆಯದು, ಹೇಗಾದರೂ ಮಾಡಿ ಸಂರಕ್ಷಿತ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಪೌಲಿ ಎಂಬ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ, 1930ರಲ್ಲಿ, ಎರಡನೆಯ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಅನುಸರಿಸದ. ಬೀಟಕ್ಷಯವಾದಾಗ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಕಣಗಳ ಜೊತೆಗೆ **"ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ"** ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಕಣವನ್ನು ಪೌಲಿ ಹುಟ್ಟುಹಾಕಿದ.

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಕಣ, ಅದರ ಲಕ್ಷಣಗಳು :

1. ಆವೇಶ, ಶೂನ್ಯ
2. ಶ್ರಾಂತರಾಶಿ (*rest mass*) ಶೂನ್ಯ
3. ಕೋನೀಯ ಸಂವೇಗ ಅಥವಾ ಗಿರಕಿಯ ಬೆಲೆ $\frac{1}{2}$. ಇಟಲಿ ದೇಶದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ

ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎನ್ರಿಕೊ ಫರ್ಮಿ ಈ ಕಣಕ್ಕೆ **"ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ"** ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದ. 1956ರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.



ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಬೀಟಕ್ಷಯಕ್ಕೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ.

$${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta^{-} + \bar{\nu}$$ **(ಬೀಟಕ್ಷಯ)**

$${}^{12}_{7}C \rightarrow {}^{12}_{6}C + \beta^{+} + \nu^{+} \left(\beta^{+}\text{ಕ್ಷಯ}\right)$$

ಗಮನಿಸಿ : ಹೇಡ್ರಾನ್‌ಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಅನುರಣನ ಕಣಗಳೆಂಬ ಮೂಲಕಣ ಕೂಡ ಸೇರಿವೆ. ಇವುಗಳ ಅರ್ಧಾಯು ಸುಮಾರು 10^{-23}s

ಕ್ವಾರ್ಕ್

1960ರ ವೇಳೆಗೆ ಮೂಲಕಣಗಳ ದೊಡ್ಡ ಸಮೂಹವೇ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಯಿತು. ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಳಗೆ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದವರಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖರೆಂದರೆ, ಮರ್ರೆ ಗೆಲ್‌ಮನ್ ಮತ್ತು ಜಾರ್ಜ್‌ಜ್ವಿಗ್. 1963ರಲ್ಲಿ, ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು "ಕ್ವಾರ್ಕ್" ಎಂಬ ಮೂಲಕಣದಿಂದಾಗಿವೆ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ನೀಡಿದರು.


ಮರ್ರೆ ಗೆಲ್‌ಮನ್

ಏನೀಕ್ವಾರ್ಕ್ ? ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗಳಂತೆ ಇವು ಊಹಾತ್ಮಕ ಮೂಲಕಣಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು. ಆವೇಶ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆವೇಶದ $\frac{1}{3}$ ಅಥವಾ $\frac{2}{3}$. ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ನಿಂದ ಅನೇಕ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು. ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಊಹಿಸಲಾಯಿತು. ಅವುಗಳಿಗೆ *u (up)*, *d (down)* ಮತ್ತು *s (strange)* ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಕಣಗಳು, $\bar{u}$, $\bar{d}$ ಮತ್ತು $\bar{s}$. ಇವುಗಳಿಗೆ ಆರೋಪಿಸಿರುವ ಆವೇಶಗಳು ಕೆಳಕಂಡ ರೀತಿಯಲ್ಲಿದೆ.

u : $+\frac{2}{3}e$ $\bar{u}$: $-\frac{2}{3}e$

d : $-\frac{1}{3}e$ $\bar{d}$: $+\frac{1}{3}e$

s : $-\frac{1}{3}e$ $\bar{s}$: $+\frac{1}{3}e$

e = ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆವೇಶ. ಇವುಗಳ ಗಿರಕಿ $\frac{1}{2}$

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸೃಷ್ಟಿ :

ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಈಚಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಮೂಲಕಣಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗಲು ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುವ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವಿಂಗಡಣೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
2. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಿಜವಾದ ಮೂಲ ಕಣದ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
3. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಒಂದು ಲಕ್ಷಣ ಹೆಸರಿಸಿ.
4. ಲೆಪ್ಟಾನ್ ವಿಭಾಗದ ಎರಡು ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
5. ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗಳ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ?
6. ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
7. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಪ್ರತಿಕಣ ಯಾವುದು ?
8. ಮ್ಯೂಆನ್ ಯಾವ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರುತ್ತದೆ ?
9. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಮತ್ತು ಆಂಟಿನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಯಾವುದು ?
10. 'ಟೌ' ಕಣ ಯಾವ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರುತ್ತದೆ.
11. ಸ್ಥಿರ ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
12. ದುರ್ಬಲ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಯಿರುವ ಮೂಲ ಕಣದ ವರ್ಗವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
13. ಹೇಡ್ರಾನ್‌ನ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣ ತಿಳಿಸಿ.
14. ಹೇಡ್ರಾನ್‌ಗಳ ಅಳತೆಗೆ ಬಳಸುವ ಮಾನ ಯಾವುದು ?

15. ಬಾರ್ಯಾನ್‌ಗಳು ಯಾವ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರುತ್ತವೆ ?
16. ಬೋಸಾನ್‌ಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?
17. ಬಾರ್ಯಾನ್‌ಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
18. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಯಾವಾಗಲೂ ಸ್ಥಿರ ಕಣವೆ ?
19. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸ್ಥಿರ ಹೇಡ್ರಾನ್ ಕಣವೆ ?
20. ಋಣ ಬೀಟಕ್ಷಯದಲ್ಲಿ ರಾಶಿ-ಶಕ್ತಿ ಸಂರಕ್ಷಿತವೆ ?
21. ಬೀಟಕ್ಷಯದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣವನ್ನು ಊಹಿಸಿದ್ದು ಯಾಕೆ ?
22. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ. (ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ)
23. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣ ಕೇವಲ ಊಹಾತ್ಮಕ ಕಣವೆ ? ವಿವರಿಸಿ (2 ಅಂಕಗಳು)
24. ಅನುರಣನೆ ಕಣಗಳನ್ನು ಯಾವ ಮೂಲಕಣದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ ?
25. "ಕ್ವಾರ್ಕ್" ಕಣಗಳಿಗೂ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗೂ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ?
26. ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ನ ಆವೇಶ ಪರಿಮಾಣಗಳೆಷ್ಟು ?
27. ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಊಹಿಸಿದ ಮೂರು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಯಾವುವು ?
28. ಅಪ್ (u) ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ನ ಆವೇಶ ಎಷ್ಟು ?
29. ಡೌನ್ (d) ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ನ ಆವೇಶ ಎಷ್ಟು ?
30. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಜೊತೆಗೂಡಿವೆ ?

ಎರಡು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದಕ್ಕೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಬರೆಯಿರಿ.
   ಲೆಪ್ಟಾನ್, ಹೇಡ್ರಾನ್, ಬೋಸಾನ್, ಬಾರ್ಯಾನ್, ಮೀಸಾನ್, ಕ್ವಾರ್ಕ್
2. ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೇಡ್ರಾನ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ.
3. ಬೀಟ ಕ್ಷಯವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಕಣ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕಣಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಉದಾಹರಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿವರಿಸಿ.
5. ಕ್ವಾರ್ಕ್ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಂದು 1 ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

೨೬. ಘನಸ್ಥಿತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್

ಪೀಠಿಕೆ

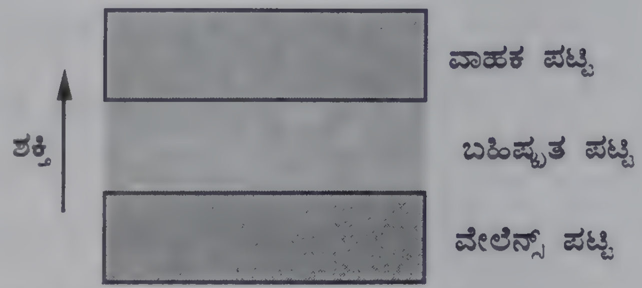
ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಾರ್ತಾ, ಧ್ವನಿ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಗಳ ಪ್ರಸಾರ, ದೂರದರ್ಶನ, ವಾಕ್‌ಚಿತ್ರಗಳು, ರೇಡಾರ್, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ, ಅರೆವಹಾಕಗಳು, ಗಣಕಗಳು ಮೊದಲಾದವು ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಮುಖ ಸಾಧನೆಗಳೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣವು ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುವುದರಿಂದ, ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ವಿಷಯಕ್ಕೆ **ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್** (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಜ್ಞಾನ) ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

1883ರಲ್ಲಿ ಥಾಮಸ್ ಎ. ಎಡಿಸನ್ (1847 - 1931) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಬಲ್ಬ್‌ನ ಪರಿಷ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯು (ಎಡಿಸನ್ ಪರಿಣಾಮ) ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಸಾಧನೆಗಳಿಗೆ ತಳಹದಿಯಾಯಿತು. ಎಡಿಸನ್ ನಂತರ ರಿಚರ್ಡ್‌ಸನ್, ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್, ಲೀ ಡಿ ಫಾರೆಸ್ಟ್ ಮುಂತಾದವರು ಎಡಿಸನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಳಿಗೆ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಟ್ಯೂಬ್ ಅಥವಾ ವಾಲ್ವ್)ಯ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿ ವಾಲ್ವ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಎಂಬ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಶಾಖೆಯ ಉಗಮವಾಯಿತು.

1940ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಅರೆವಾಹಕಸಾಧನ (ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್)ಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಿಂದಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಕ್ರಾಂತಿಯೇ ಆಗಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣ, ತ್ರಿಧ್ರುವ ನಳಿಗೆಗಳು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಪಾತ್ರಗಳನ್ನು, ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಗಾತ್ರದ್ದಾಗಿದ್ದು ಹೆಚ್ಚು ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವುದು. ಇತ್ತೀಚಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಸಾಧನಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮೀಕರಣವು (ಇಂಟಗ್ರೇಟೆಡ್ ಸರ್ಕೀಟ್‌ಗಳು) ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರವರ್ಧಮಾನವಾಗುತ್ತಿದ್ದು, **ಅರೆವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್** (ಘನಸ್ಥಿತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್) ಎಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟ ಶಾಖೆಯು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದೆ.

ವಾಹಕಗಳು, ಅವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ಅರೆವಾಹಕಗಳು

ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅವುಗಳ ರೋಧವನ್ನನುಸರಿಸಿ **ವಾಹಕಗಳು, ಅವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ಅರೆವಾಹಕಗಳು** ಎಂಬ ಮೂರು ಬಗೆಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ಹೊರಕವಚದಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಬೀಜಾಂಶಬಂಧ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು (ಅಥವಾ ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವಿದ್ದಾಗ, ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಒಳ್ಳೆಯ ವಾಹಕವೊಂದರ ರೋಧಶೀಲತೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ (ಸುಮಾರು $10^{-8}\Omega m$. ಅಧ್ಯಾಯ 12ರಲ್ಲಿ ವಿವರಗಳಿವೆ)

ಅವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ - ಬೀಜಾಂಶಬಂಧ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾದ ಪ್ರಯುಕ್ತ, ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಇರುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಲ್ಲ. ಅವಾಹಕದ ರೋಧಶೀಲತೆ ಬಹಳ ಜಾಸ್ತಿ (ಸುಮಾರು 10^{12} ರಿಂದ $10^{20}\Omega m$).

ವಿದ್ಯುತ್‌ವಾಹಕ ಲೋಹವಸ್ತುಗಳಾದ ತಾಮ್ರ, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿಗಳಿಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಅವಾಹಕಗಳಾದ ರಬ್ಬರ್, ಪೋರ್ಸಿಲೇನ್, ಗಾಜು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಮಧ್ಯಸ್ಥವಾಗಿ ಅಲ್ಪ ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅರೆವಾಹಕಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳ ರೋಧಶೀಲತೆ 10^{-4} ರಿಂದ $10^{7}\Omega m$. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು. ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಮ್ ಸಲ್ಫೈಡ್ (CdS), ಲೆಡ್ ಸಲ್ಫೈಡ್ (PbS), ಲೆಡ್ ಟೆಲುರೈಡ್ (PbTe), ಇಂಡಿಯಮ್ ಆಂಟಿಮನೈಡ್ (InSb), ಗ್ಯಾಲಿಯಮ್ ಆರ್ಸೆನೈಡ್ (GaAs) ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಹೆಸರಿಸಬಹುದು.

ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲ ಪರಿಶುದ್ಧ ಅರೆವಾಹಕಗಳ ಆದರ್ಶ ಹರಳುಗಳು ಅವಾಹಕಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅರೆವಾಹಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ತಾಪ ಹೆಚ್ಚುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಬೆಳಕಿನ ಹೀರುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಸೂಕ್ತ ಅಶುದ್ಧತೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಪ್ರಕಟವಾಗುವುದು.

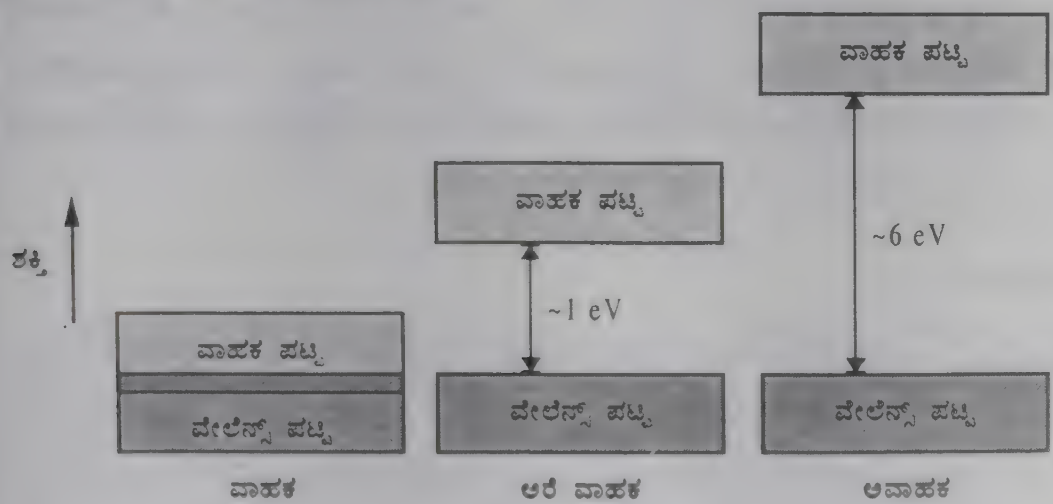
ಬ್ಯಾಂಡ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ

ಪದಾರ್ಥಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ (ವಾಹಕ, ಅವಾಹಕ ಮತ್ತು ಅರೆವಾಹಕ)ವನ್ನು ಘನ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಶಕ್ತಿಪಟ್ಟಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಅಧ್ಯಾಯ 20ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವಂತೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಶಕ್ತಿ ಮೌಲ್ಯಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇದು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿತ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ, ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿದಾಗ, ಪರಸ್ಪರ ಅಂತಃಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟವೂ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಮೊದಲಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟದ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಗಳಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟವೂ ದಟ್ಟವಾದ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಗಳ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಪಟ್ಟಿ (ಬ್ಯಾಂಡ್)ಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಪಟ್ಟಿ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ **ವೇಲೆನ್ಸ್ ಬ್ಯಾಂಡ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣಗಳಿಗೂ ಸೇರಿದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವೇಲೆನ್ಸ್ ತಂಡದ ಮೇಲಿನ ಬಹಿಷ್ಕೃತ ಶಕ್ತಿಮೌಲ್ಯ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು **ಬಹಿಷ್ಕೃತ ಪ್ರದೇಶ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬಹಿಷ್ಕೃತ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲಿನ ಅಂಗೀಕೃತ ಶಕ್ತಿಪಟ್ಟಿಗೆ **ವಾಹಕಪಟ್ಟಿ**ಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಶಕ್ತಿ ತಂಡವು ಖಾಲಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ; ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಲಭ್ಯವಾದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೇಲೆನ್ಸ್ ಬ್ಯಾಂಡ್‌ನಿಂದ ಕಂಡಕ್ಷನ್ ಬ್ಯಾಂಡ್ ಸೇರುತ್ತದೆ.

ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರ 26.1ದಲ್ಲಿ ವಾಹಕ, ಅವಾಹಕ ಮತ್ತು ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾದರಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 26.1

ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡಕ್ಷನ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್‌ನಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವೇಲೆನ್ಸ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್ ಮತ್ತು ಕಂಡಕ್ಷನ್ ಬ್ಯಾಂಡ್‌ಗಳು ಭಾಗಶಃ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ವ್ಯಾಪಿಸುವುದರಿಂದ, ವಿದ್ಯುದ್ವಹನಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ ಅವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ವೇಲೆನ್ಸ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್ ಮತ್ತು ಕಂಡಕ್ಷನ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್ ನಡುವಣ ಅಂತರ ಜಾಸ್ತಿಯಿದ್ದು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವೇಲೆನ್ಸ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್‌ನಿಂದ ಕಂಡಕ್ಷನ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್‌ಗೆ ಹೋಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆ ವಜ್ರ. ಇದರಲ್ಲಿ ವೇಲೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕಂಡಕ್ಷನ್ ಬ್ಯಾಂಡ್‌ಗಳ ಅಂತರ 6eV.

ಅರೆವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ವೇಲೆನ್ಸ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್ ಮತ್ತು ಕಂಡಕ್ಷನ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್ ನಡುವಣ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬಾಹ್ಯಪ್ರೇರಿತ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವೇಲೆನ್ಸ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್‌ನಿಂದ ಕಂಡಕ್ಷನ್‌ಬ್ಯಾಂಡ್‌ಗೆ ಹೋಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯ. (ಅರೆವಾಹಕ ಶಕ್ತಿ ಅಂತರ - ಸುಮಾರು 0.2eV ಯಿಂದ 2.5eV; ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ಅವಾಹಕ ಡೈಮಂಡ್‌ಗೆ 6eV)

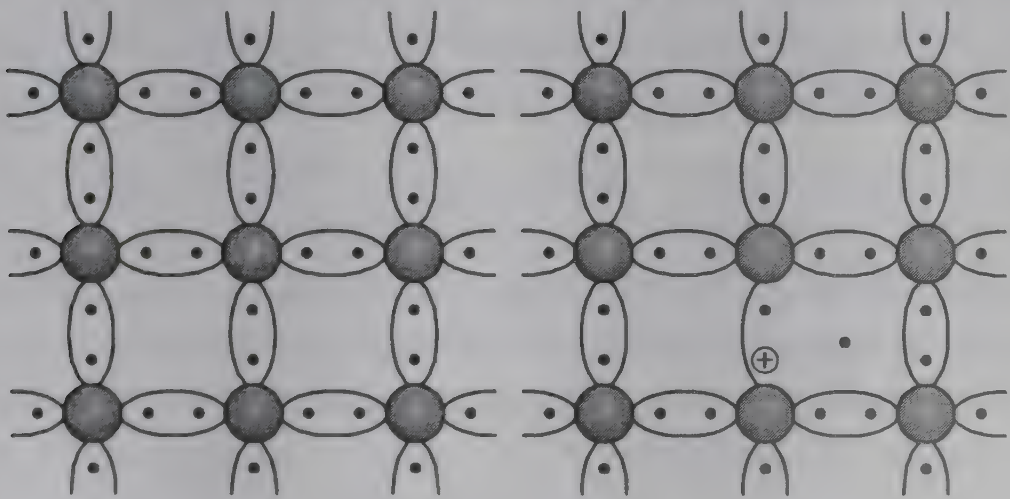
ಅರೆವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಮತ್ತು ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ವಸ್ತುವಿನ ತಾಪಮಟ್ಟವನ್ನು, ಅದರಲ್ಲಿನ ಅಶುದ್ಧತೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತೆಯು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಕಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 250K ನಿಂದ 450K ಗೆ ಏರಿಸಿದಾಗ, ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಖ್ಯೆ 10^6 ರಷ್ಟು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುವನ್ನು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರಮಾಡುವ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಜಾಸ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡುವ ಈ ಧಾತುಗಳಿಗೆ **ಡೋಪೆಂಟ್ಸ್** ಎಂದು ಹೆಸರು ಮತ್ತು ಈ ಸಂಸ್ಕರಣಾ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ **ಡೋಪಿಂಗ್** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರೀತಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಅರೆವಾಹಕಕ್ಕೆ **ಡೋಪ್ಡ್ ಅರೆವಾಹಕ** (ಡೋಪ್ಡ್ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ವಾಹಕಗಳ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಅರೆವಾಹಕಗಳು

ಪರಿಶುದ್ಧ ಅರೆವಾಹಕಗಳನ್ನು **ಅಂತಸ್ಥ ಅರೆವಾಹಕ** (ಇಂಟ್ರಿನ್ಸಿಕ್ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್)ಗಳೆಂದು, ಮತ್ತು ಡೋಪ್ಡ್ ಅರೆವಾಹಕಗಳನ್ನು **ಬಾಹ್ಯ ಅರೆವಾಹಕ** (ಎಕ್ಸ್‌ಟ್ರಿನ್ಸಿಕ್ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಡೋಪೆಂಟ್ ಆಗಿ ಬಳಸುವ ಧಾತುವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಎರಡು ವಿಧವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ಟ್ರಿನ್ಸಿಕ್ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಿವೆ. **ದಾನಿ** ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಧಾತುವನ್ನು ಅಶುದ್ಧತೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ *n* - **ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕ**ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. **ಗ್ರಾಹಕ** ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಧಾತುವನ್ನು ಅಶುದ್ಧತೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೊರತೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್

ಸ್ಥಾನ ಖಾಲಿ ಇರುವ ಕಡೆ **ರಂಧ್ರಗಳು** ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಭರ್ತಿಮಾಡಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಚಲಿಸಿ ರಂಧ್ರಗಳ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಧನವಿದ್ಯುತ್‌ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ರಂಧ್ರಗಳ ಪಲ್ಲಟದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೆ ***p*** **- ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕ**ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಉದಾಹರಣೆ : ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಕವಚದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿದ್ದು, ಹರಳಿನ ರೂಪದ ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಇವು ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿನಿಯಮದಿಂದ ಎಲ್ಲ ಕೋವೆಲೆಂಟ್ ಬಾಂಡ್‌ಗಳೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ, ಕಡಿಮೆ ತಾಪದಲ್ಲಿ ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಅಭಾವವಿರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಏರಿದಾಗ, ಕೋವೆಲೆಂಟ್ ಬಾಂಡ್‌ಗಳು ಸಡಿಲಗೊಂಡು ಕೆಲವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬಂಧನದಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಬಂಧನದಲ್ಲಿದ್ದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಗಳು ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ - ರಂಧ್ರ ಜೋಡಿಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಹನಕ್ಕೆ ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸ್ವಸ್ಥಾನವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಸಮೀಪದ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಖಾಲಿ ಮಾಡಿದ ಪ್ರದೇಶದ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆಕ್ರಮಿಸಬಹುದು).

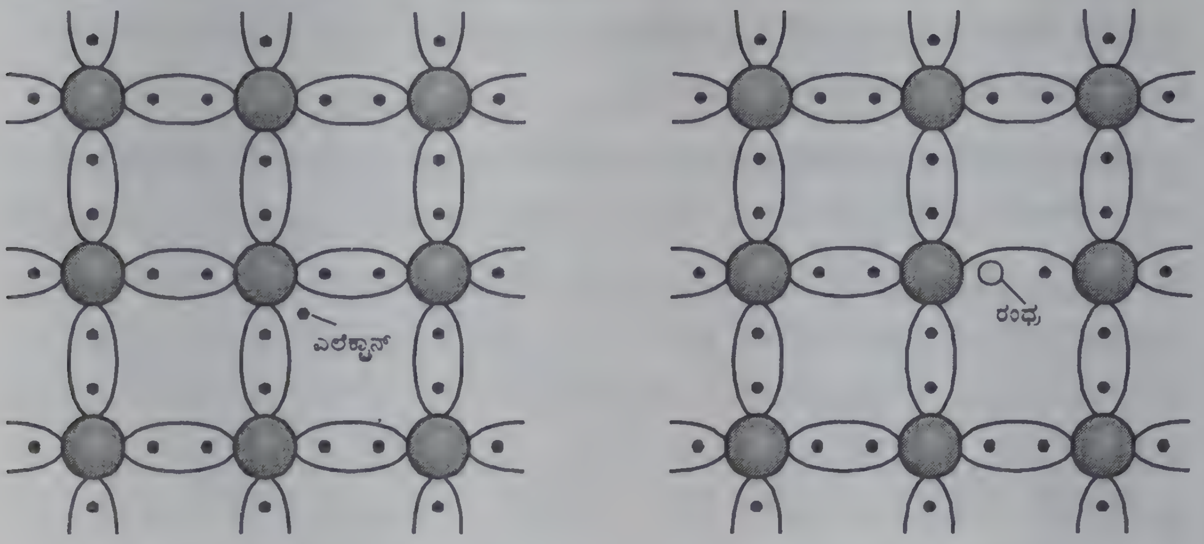


ಚಿತ್ರ 26.2 ಅಂತಸ್ಥ ಅರೆವಾಹಕ

ಆರ್ಸೆನಿಕ್, ಆಂಟಿಮನಿ, ಫಾಸ್ಫರಸ್‌ಗಳು ಐದನೆಯ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಐದು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದನ್ನಾದರೂ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಶುದ್ಧರೂಪದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಐದು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಪೈಕಿ ನಾಲ್ಕು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕೋವೆಲೆಂಟ್ ಬಾಂಡ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬಾಂಡ್‌ನಿಂದ ಹೊರಗಿದ್ದು ಮುಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 26.2 a).

ಈ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬಿಡಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ದೊರಕಿ ವಿದ್ಯುತ್ ವಹನಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಅಶುದ್ಧತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್‌ಗೆ

n-ಮಾದರಿಯ ಅರೆವಾಹಕವೆಂದು ಹೆಸರು. (*n* ಎಂದರೆ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ)



n - ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕ *p* - ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕ

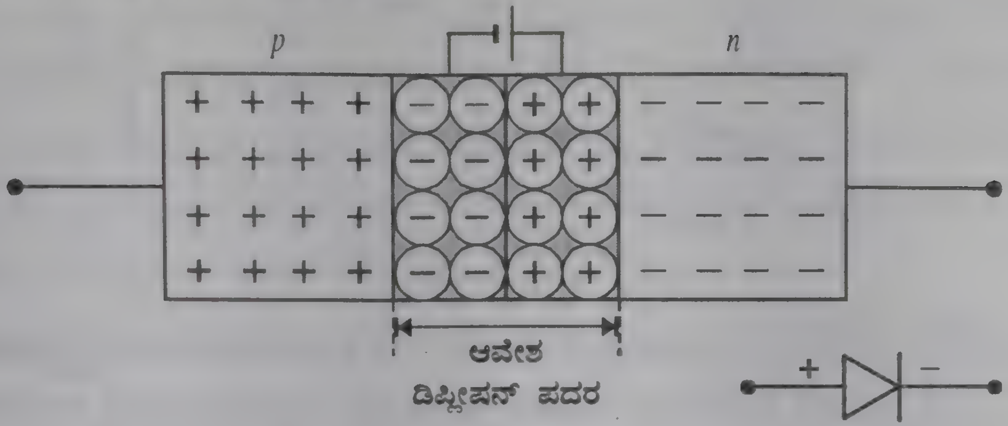
a **ಚಿತ್ರ 26.2** *b*

ಮೂರನೆಯ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಇಂಡಿಯಮ್, ಬೋರಾನ್ ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಲಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದನ್ನಾದರೂ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಶುದ್ಧರೂಪವಾದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೂರು ವೇಲೆನ್ಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ನೆರೆಯ ನಾಲ್ಕು ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ವಿನಿಯಮಗೊಂಡು ಕೋವೆಲೆಂಟ್ ಬಾಂಡ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕೊರತೆಯಿದ್ದು ಅಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರವೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 26.2*b*) ಈ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಲು ಸಮೀಪದ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವೊಂದರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಗಳು ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ, ವಿದ್ಯುತ್‌ವಹನಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಅಶುದ್ಧತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್‌ಗೆ *p* ಮಾದರಿ **ಅರೆವಾಹಕ**ವೆಂದು ಹೆಸರು. (*p* ಎಂದರೆ ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ರಂಧ್ರಗಳು ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ).

ಅರೆವಾಹಕ ಡಯೋಡ್ (*Semiconductor Diode*)

ಶುದ್ಧ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಅಥವಾ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಹರಳಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಶುದ್ಧತೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದಾನಿ ಧಾತುವನ್ನೂ, ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಶುದ್ಧತೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಗ್ರಾಹಕ ಧಾತುವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಮೊದಲ ಭಾಗವು *n* ಮಾದರಿ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗವು, *p* ಮಾದರಿಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ *p-n* ಸಂಧಿಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 26.3) *p* ಮತ್ತು *n* ಹರಳುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ, *p-n* ಗಡಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ರಂಧ್ರಗಳು ಒಂದು

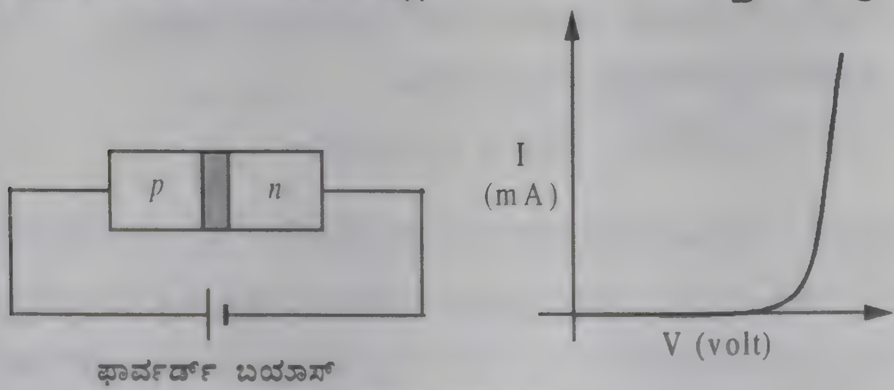
ಭಾಗದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 26.3

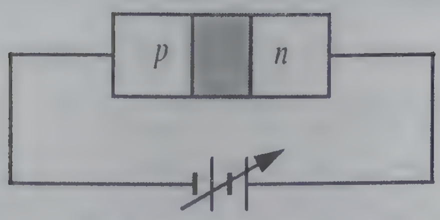
n ಮಾದರಿಯ ಭಾಗದಿಂದ ಗಡಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಬರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು *p* ಮಾದರಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬಂದ ನಂತರ, *p* ಮಾದರಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಮತ್ತೆ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೇ ರೀತಿ *n* ಮಾದರಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಎರಡು ಮಾದರಿ ಭಾಗಗಳ ನಡುವೆ **ವಿಭವಾಂತರ ತಡೆ**ಯು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಧಿ ಭಾಗದ ತೆಳುಪದರದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಾಗಲೀ, ರಂಧ್ರಗಳಾಗಲೀ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕ ಕಣಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ **ಡಿಪ್ಲೀಷನ್ ಪದರ**ವೆಂದು ಹೆಸರು.

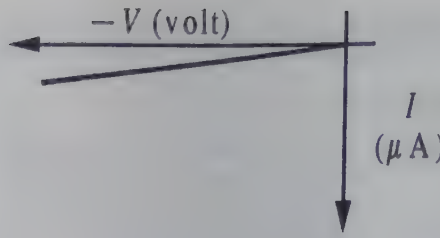
p - *n* ಸಂಧಿ ಜೋಡಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೊಂದನ್ನು, *p* ಕಡೆಗೆ ಧನಧ್ರುವ ಮತ್ತು *n* ಕಡೆ ಋಣಧ್ರುವ ಇರುವಂತೆ ಸಂಪರ್ಕ ಮಾಡಿದರೆ, *p* - *n* ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿನ ವಿಭವ ತಡೆಯು ನಿವಾರಣೆಯಾಗಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಹನವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಏರ್ಪಾಡಿನಲ್ಲಿ *p* - *n* ಸಂಧಿಯು **ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್**‌ನಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ ೨೬.೪*a*)



ಚಿತ್ರ 26.4 *a*

p ಮತ್ತು *n* ಭಾಗಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಋಣ ಮತ್ತು ಧನಧ್ರುವಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ಸಂಧಿಭಾಗದಲ್ಲಿನ ವಿಭವ ತಡೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ *p* - *n* ಸಂಧಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಏರ್ಪಾಡಿನಲ್ಲಿ *p* - *n* ಸಂಧಿಯು **ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್**‌ನಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ ೨೬.೨*b*)

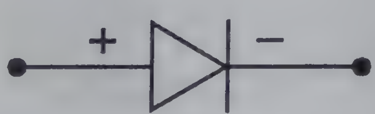




ಚಿತ್ರ 26.4 *b*

ಮೇಲಿನ ವಿಮರ್ಶೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ *p-n* ಸಂಧಿಯು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರವಹಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ. ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಡೆಯುತ್ತದೆ. (ಅಂದರೆ *p-n* ಸಂಧಿಯು ಡಯೋಡ್‌ವಾಲ್ವ್‌ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ). ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, *p-n* ಯನ್ನು *ac* ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು *dc* ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಅಂದರೆ ಋಜುಕಾರಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 26.5ರಲ್ಲಿ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್‌ನ ಮಂಡಲ ಸಂಕೇತವನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಬಾಣದ ಗುರುತು *p* ಭಾಗದಿಂದ *n* ಭಾಗದ ಕಡೆ ಇದ್ದು, ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 26.5

ಡಯೋಡ್ ವಾಲ್ವ್‌ಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಂತೆ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗಳಿಗೆ ಮುಂದೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಅನುಕೂಲಗಳಿವೆ.

1. ಹಾಯಿಸಬೇಕಾದ ತಂತುವಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ
2. ಅವುಗಳ ಜೀವಾವಧಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ (ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಬಾಳಿಕೆ ಬರುತ್ತದೆ)
3. ಗಾತ್ರ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಹಾಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸುಲಭ
4. ಕಾರ್ಯದಕ್ಷತೆ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದು ವೆಚ್ಚವೂ ಕಡಿಮೆ
5. ಅವುಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆ.

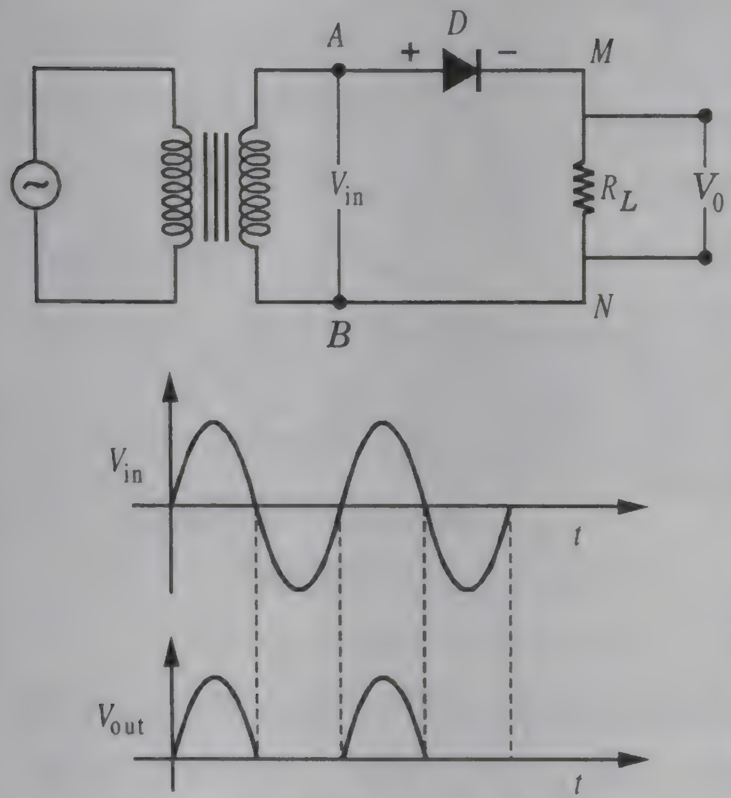
ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್‌ನ ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆ

ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ, ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್ ಸಾಧನವು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ (ಫಾರವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ) ಪ್ರವಹಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ; ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ (ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ) ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್‌ನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಏಕಮುಖ ಅಥವಾ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ **ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆ** ಎಂದು ಹೆಸರು. **ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಏಕಮುಖ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಋಜುಕಾರಕ ಎಂದು ಹೆಸರು.**

1. ಅರ್ಧತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕ

p-n ಸಂಧಿ (ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್)ಯನ್ನು ಅರ್ಧತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ಚಿತ್ರ 26.6ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಏಕಮುಖ

ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬೇಕಾದ *ac* ವೋಲ್ಟೇಜನ್ನು ಪರಿವರ್ತಕ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಸುರುಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಸಿ ದ್ವಿತಿಯಕ ಸುರುಳಿಯನ್ನು, ಡಯೋಡ್ ಮತ್ತು ರೋಧ *R* ಗಳೊಡನೆ ಶ್ರೇಣಿಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಅರ್ಧತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕ

ಚಿತ್ರ 26.6

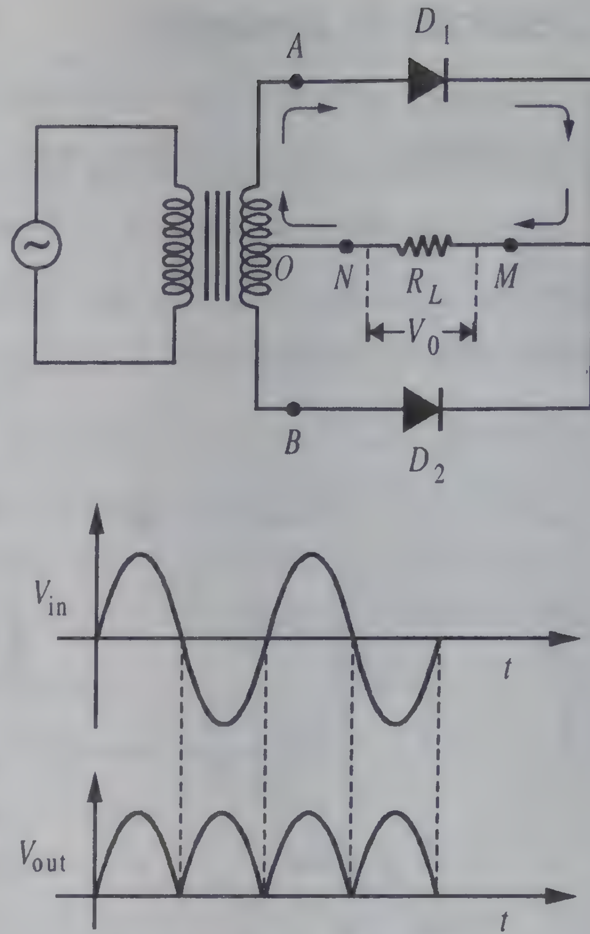
ಡಯೋಡ್ ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್ ಆಗುವ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತಗಳಲ್ಲಿ ರೋಧ *R* ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ ; ರಿವರ್ಸ್‌ಬಯಾಸ್ ಆಗುವ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ *R* ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವೋಲ್ಟೇಜ್ *dc* ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅರ್ಧ ಆವರ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಉತ್ಪನ್ನ ವಾಗುವುದರಿಂದ ಋಜುಕಾರಕಕ್ಕೆ ಅರ್ಧಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರ 26.6 ರಲ್ಲಿ, ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೊದಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ (V) ಮತ್ತು ನಂತರದ ವೋಲ್ಟೇಜ್(V_R) ಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

2. ಪೂರ್ಣತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕ

ಪೂರ್ಣತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ಚಿತ್ರ 26.7 ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಏಕರೂಪದ ಡಯೋಡ್‌ಗಳನ್ನು (D_1 ಮತ್ತು D_2) ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಪರಿವರ್ತಕ *T* ಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಡಯೋಡ್‌ಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ರೋಧ *R* ಅನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯೊಡನೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಯಾವುದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಾದರೂ ದ್ವಿತೀಯಕ ಸುರುಳಿಯ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿಗೂ ಸಮವಾದ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಡಯೋಡ್ D_1 ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ

ಡಯೋಡ್ D_2 ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ Rನಲ್ಲಿ D_1 ಮೂಲಕ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಿಸುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ D_1 ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ D_2 ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ Rನಲ್ಲಿ D_2 ಮೂಲಕ ಮೊದಲಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ R ನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಏಕಮುಖವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಋಜುಕಾರಕಕ್ಕೆ ಪೂರ್ಣತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಚಿತ್ರ 26.7 ರಲ್ಲಿ ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೊದಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ (V) ಮತ್ತು (V_R) ನಂತರದ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಪೂರ್ಣತರಂಗ ಋಜುಕಾರಕ

ಚಿತ್ರ 26.7

ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕ ಡಯೋಡ್

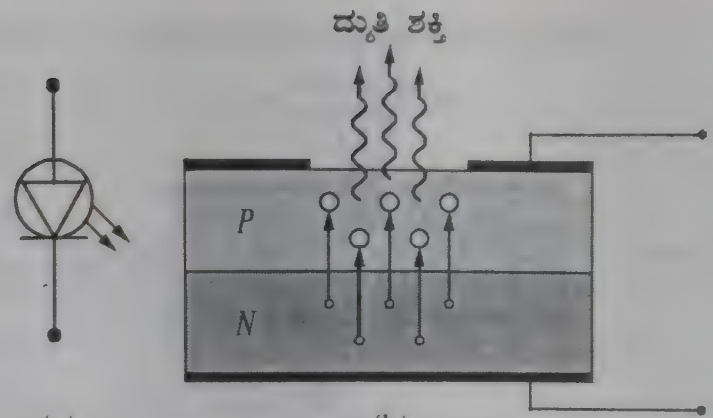
ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ದ್ಯುತಿ (ಬೆಳಕು) ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಅರೆವಾಹಕ ಡಯೋಡ್‌ಗೆ, ಜನಜನಿತವಾಗಿರುವ ಹೆಸರು, *LED* ಅಂದರೆ ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕ ಡಯೋಡ್. (ಲೈಟ್ ಎಮಿಟಿಂಗ್ ಡಯೋಡ್)

ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ರಂಧ್ರ ಜೋಡಿ ಉಂಟುಮಾಡಲು ಶಕ್ತಿ ವ್ಯಯವಾಗಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ ಇವೆರಡೂ ಸೇರಿದಾಗ ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಅರೆವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ರಂಧ್ರ ಸೇರಿದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣವಾಗಿಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅರೆವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ **ಗ್ಯಾಲಿಯಮ್ ಆರ್ಸೆನೈಡ್**‌ನಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. *LED* ಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದ ಹಿಂದಿನ ಸೂತ್ರವೇ ಇದು.

☞ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ಡಯೋಡ್‌ನ ಫಾರ್ವರ್ಡ್ ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ ಅನುಪಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

- ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ.
- ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಬಾಳಿಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.
- ಕರೆಂಟ್‌ನಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತದೆ.



(a) (b)

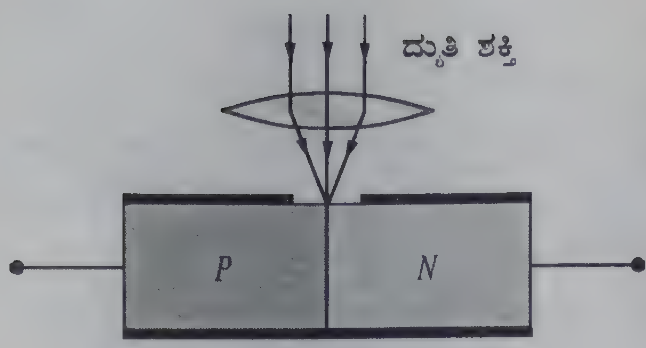
ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕ ಡಯೋಡ್

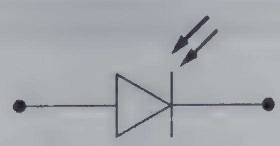
ಅನ್ವಯಗಳು

1. ಹೆಚ್ಚು ಸಮರ್ಥವಲ್ಲದ ತಾಪದೀಪ್ತ (*incandescent*) ಬೆಳಕಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ *LED* ಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಬೆಳಕು ನೀಡಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾ : ಇರುಳು ದೀಪಗಳು, ಫ್ಲಾಷ್ ದೀಪಗಳು, ದಾರಿ ದೀಪಗಳು, ಒಳ - ಹೊರಗೆ ಸೂಚಕ ದೀಪಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ
2. ಗಡಿಯಾರಗಳಲ್ಲಿ, ಗಣಕಗಳಲ್ಲಿ ಏಳು ಖಂಡ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳಾಗಿ *LED* ಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ 0 ಇಂದ 9ವರೆಗಿನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು *LED* ಬಳಸಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.
3. ಟಿ.ವಿ. ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ದೂರ - ನಿಯಂತ್ರಕ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
4. ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
5. ಸುಮಾರು 1.5V ಮತ್ತು 5 ರಿಂದ 10 ಮಿಲಿ ಆಂಪೇರ್ ಕರೆಂಟಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಲ್ಲ *LED* ಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್

- ದ್ಯುತಿಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನ.
- ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದ ಚಿತ್ರ ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ
- ಡಯೋಡ್ ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿ ಆಪಾತವಾಗುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ರಂಧ್ರ ಜೋಡಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತವೆ. ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಿಂದಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಇವುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಲೋಡ್ ರೋಧ (R_L) ದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.





ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್

☞ ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಿಲಿಕಾನ್, ಇಂಡಿಯಮ್, ಗ್ಯಾಲಿಯಮ್ ಆರ್ಸೆನೈಡ್, ಜರ್ಮೇನಿಯುಮ್, ಸಿಲಿಕಾನ್ ಕಾರ್ಬೈಡ್ ಮುಂತಾದ ಅರೆವಾಹಕಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಅನ್ವಯಗಳು

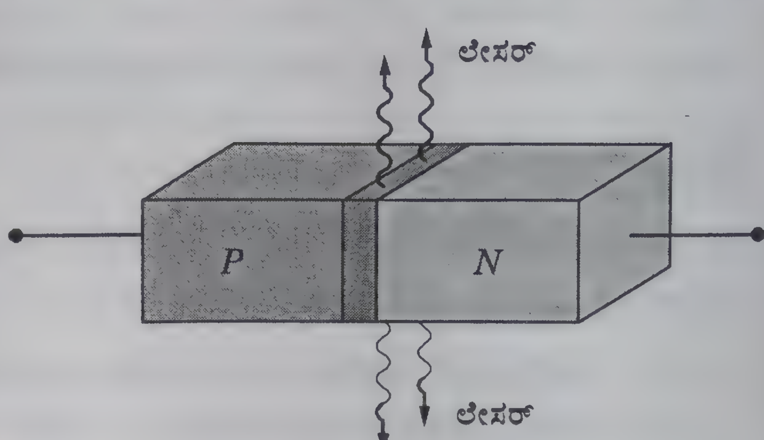
1. ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ಪೋಷರ್ ಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ
2. ದೂರ ನಿಯಂತ್ರಕಗಳಲ್ಲಿ
3. ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು
4. ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿ
5. ಸೋಲಾರ್ ಪಂಪ್ ಮುಂತಾದ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆ ಹೆಚ್ಚು.

ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್

LED ಗಳ ಸುಧಾರಿತ ರೂಪ. *p - n* ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿನ ಡೋಪಿಂಗ್ ಸಾರವನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

LED ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಯಿಂದ ಬೆಳಕು ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾದರೆ, ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಆದರ ತುದಿಯಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ.

ಸ್ವಯಂ ಉತ್ಸರ್ಜಿತಾ ಬೆಳಕು ಅನೇಕಬಾರಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಉದ್ದೀಪನ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಸ್ಥಿತಿ ತಲಪುತ್ತದೆ. (*Population inversion*) ಸಮಷ್ಟಿಪ್ರತಿಲೋಮನ ಮಾಡಿ ಉದ್ದೀಪನ ಉತ್ಸರ್ಜನ ಸ್ಥಿತಿ ತಲಪಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಗತ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.



ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್

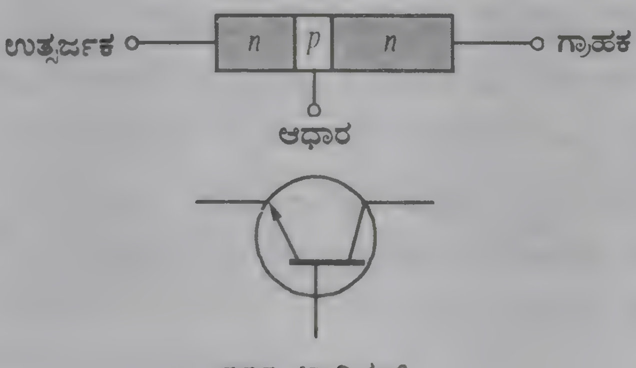
Ga As *p - n* ಜಂಕ್ಷನ್ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಾಗುವ ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್.

ಅನ್ವಯಗಳು

1. ಅಡಕ ಫಲಕ (*CD*)ಗಳಲ್ಲಿ
2. ಮಾಹಿತಿ ಸಂವಹನ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ,
3. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಹೀಲಿಯಮ್ - ನೀಯಾನ್ ಲೇಸರ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗಳು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿವೆ.
4. ಕಡಿಮೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಬಳಸುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ,
5. ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ನಲ್ಲಿ "ಓದು ಮತ್ತು ಬರೆಯುವ" ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ದೊಡ್ಡ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನೇ ಉಂಟು ಮಾಡಿದ ಅರೆವಾಹಕ ಸಾಧನ. ಈ ಅರೆವಾಹಕ ಸಾಧನವು ಟ್ರಯೋಡ್ ವಾಲ್ವ್ (ತ್ರಿಧ್ರುವನಳಿಕೆಗೆ)ನ ಸಾಮ್ಯ ರೂಪ. ಇದನ್ನು 1948ರಲ್ಲಿ ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಬಾರ್ಡೀನ್, ಬ್ರಾಟ್ಟೇನ್ ಮತ್ತು ಷಾಕ್‌ಲೀ ಎಂಬ ಮೂವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರಿಗೆ 1956ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ಲಭಿಸಿತು.

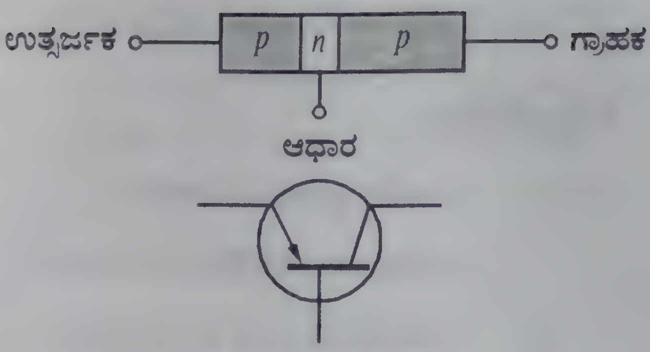


npn ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್

ಚಿತ್ರ 26.8

ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆ ವಿಧ ತೆಳುವಾದ *p* ಮಾದರಿ ಹರಳನ್ನು ಎರಡು *n* ಮಾದರಿ ಹರಳುಗಳ ನಡುವೆ ಸೇರಿಸುವುದು. ತೆಳುವಾದ *n* ಮಾದರಿ ಹರಳನ್ನು ಎರಡು *p* ಮಾದರಿ ಹರಳುಗಳ ನಡುವೆ ಸೇರಿಸುವುದು ಎರಡನೆ ವಿಧ. ಇವುಗಳನ್ನು *npn* ಮತ್ತು *pnp* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಮಧ್ಯಭಾಗವನ್ನು **ತಳ** ಅಥವಾ **ಆಧಾರ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಚಿತ್ರ 26.8 ಮತ್ತು ಚಿತ್ರ 26.9 ರಲ್ಲಿ *npn* ಮತ್ತು *pnp* ಮಾದರಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮಂಡಲ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

npn ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ; *pnp* ಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ರಂಧ್ರಗಳು ಕಾರಣ. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ ಉತ್ಸರ್ಜಕ, ಗ್ರಾಹಕ ಮತ್ತು ಆಧಾರ ಟ್ರಯೋಡ್ ವಾಲ್ವ್‌ನ ತಂತು, ತಟ್ಟೆ ಮತ್ತು ಜಾಲರಿಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಎಮಿಟರ್‌ನ ಡೋಪಿಂಗ್ ಕಲೆಕ್ಟರ್‌ನ ಡೋಪಿಂಗ್‌ಗಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಬೇಸ್‌ನ ಡೋಪಿಂಗ್ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಬೇಸ್‌ಬಹಳ ತೆಳುವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಸುಮಾರು 0.2mm)



pnp ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್

ಚಿತ್ರ 26.9

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಅನ್ನು ವಾಡಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಎಮಿಟರ್-ಬೇಸ್ ಸಂಧಿಯನ್ನು ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಕಲೆಕ್ಟರ್-ಬೇಸ್ ಸಂಧಿಯನ್ನು ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದ್ದಾಗ ಎಮಿಟರ್-ಬೇಸ್ ಸಂಧಿಯ ವಿಭವ ತಡೆಯು, ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಎಮಿಟರ್ ಭಾಗದಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು, ಬೇಸ್‌ಗೆ ನುಗ್ಗುತ್ತವೆ ; ಕೆಲವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೇಸ್‌ನ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ.

ಬೇಸ್ ಬಹಳ ತೆಳುವಾದ ಪ್ರಯುಕ್ತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಬೇಸ್-ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿನ ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕಲೆಕ್ಟರ್‌ನಿಂದ ಬೇಸ್ ಕಡೆಗೆ ಹೋಗದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. *pnp* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಾತ್ರವನ್ನು ರಂಧ್ರಗಳು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಟ್ರಯೋಡ್ ವಾಲ್ವ್‌ಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ, ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಟ್ರಯೋಡ್‌ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಂತೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗೆ ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಅನುಕೂಲಗಳಿವೆ.

- ಕಾಯಿಸಬೇಕಾದ ತಂತುವಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ.
- ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಬಹಳ ಹಗುರ.
- ಬಾಳಿಕೆಯ ಕಾಲ ಹೆಚ್ಚು ; ವೆಚ್ಚವೂ ಕಡಿಮೆ
- ಕಡಿಮೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಣೆ ಸಾಧ್ಯ.
- ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆ.

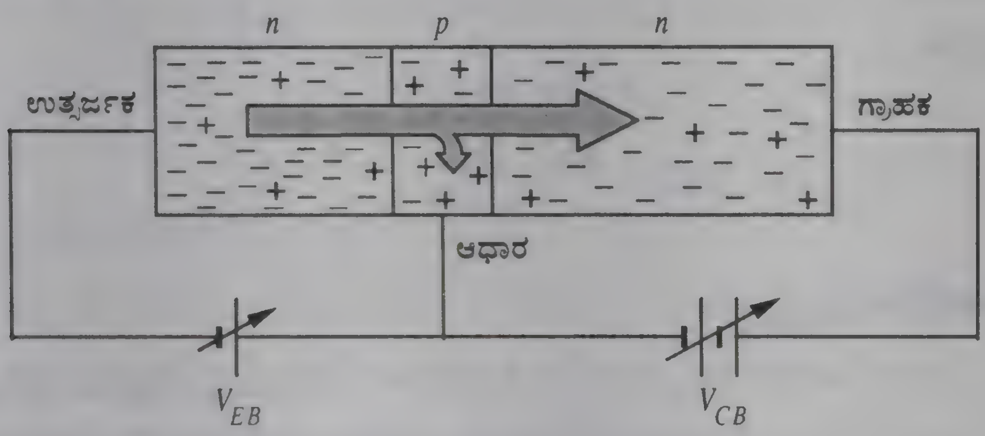
ಟ್ರಯೋಡ್ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಅತ್ಯಂತ ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ **ಶಕ್ತಿ ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ** ಮತ್ತು **ಆಂದೋಲಕ**ವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶಗಳು

1. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಎಮಿಟರ್ - ಬೇಸ್ ಸಂಧಿಯು ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಕಲೆಕ್ಟರ್ - ಬೇಸ್ ಸಂಧಿಯು ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ.
2. ಎಮಿಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_E), ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_c) ಮತ್ತು ಬೇಸ್ ಕರೆಂಟ್ (I_B) ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ : $I_E = I_c + I_B$

   ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಬಾಣದ ಗುರುತಿನ ನೇರದಲ್ಲಿದ್ದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ ಕ್ರಿಯಾವಿಧಾನ



ಚಿತ್ರ 26.10

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಅನ್ನು ಬಳಸುವ *EB* ಜಂಕ್ಷನ್ ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು *BC* ಜಂಕ್ಷನ್ ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ. *npn* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಮಿಟರ್‌ನಿಂದ ಬೇಸ್‌ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಎಮಿಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_E) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬೇಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಬೇಸ್ ಬಹಳ ತೆಳುವಾದ ಪ್ರಯುಕ್ತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಬೇಸ್ - ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿನ ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕಲೆಕ್ಟರ್‌ನಿಂದ ಬೇಸ್ ಕಡೆಗೆ ಹೋಗದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತವೆ. ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_c) ವೃದ್ಧಿಸುತ್ತದೆ. ಕರೆಂಟ್‌ನ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

$$I_E = I_B + I_C$$

ಕಡಿಮೆ ರೋಧದ ಎಮಿಟರ್ - ಬೇಸ್ ಸಂಧಿ (*juction*) ಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ರೋಧವುಳ್ಳ ಬೇಸ್ - ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಸಂಧಿಯತ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಪ್ರವಹಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು 'ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಕ್ರಿಯೆ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರನ್ನು ಮೂರು ಮಂಡಲ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 26.10 ರಲ್ಲಿವುದು *CE* ಮಂಡಲ. ಇದೇ ರೀತಿ *CB* ಮತ್ತು *CC* ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಬಳಸಬಹುದು. *CB* ಮಂಡಲದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಕರೆಂಟ್ ವರ್ಧನೆ (α) ಯನ್ನು $\alpha = \left[\frac{\Delta I_c}{\Delta I_E}\right]_{Vc}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

α - ದ ಬೆಲೆಯು 0.95 ಇಂದ 0.995 ಅವಧಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ *CE* ಮಂಡಲದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಕರೆಂಟ್ ವರ್ಧನೆ (β)ಯನ್ನು $\beta = \left(\frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}\right)_{Vc}$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಗಮನಿಸಿ :

$$\alpha = \frac{\beta}{(1+\beta)} \text{ ಅಥವಾ } \beta = \frac{\alpha}{(1-\alpha)}$$

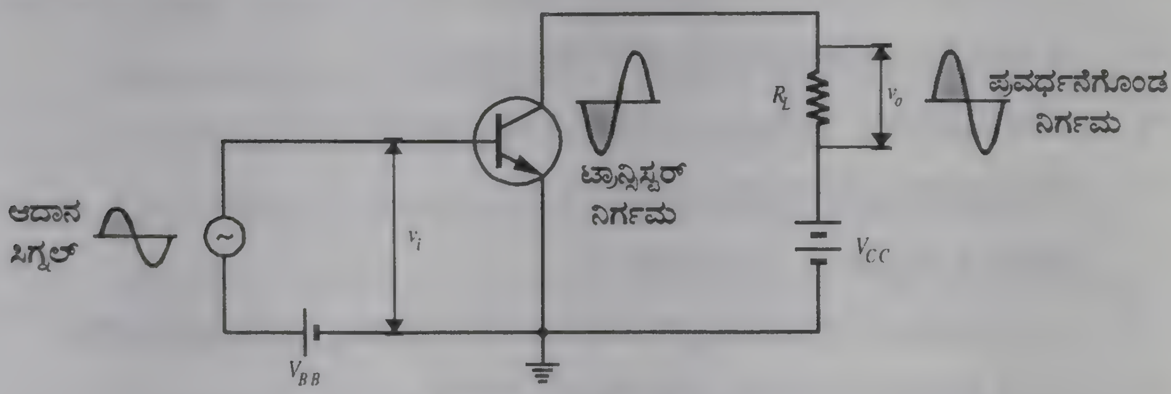
ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್

ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ ಸಿಗ್ನಲ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪ್ರವರ್ಧನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ದುರ್ಬಲವಾದ ಸಿಗ್ನಿಲ್‌ನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು, ಅಂದರೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಮಂಡಲವು, ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಯುಕ್ತ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಂತರಿಕ ರೋಧವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ರೋಧದ ಲೋಡ್ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ *a c* ವೋಲ್ಟೇಜನ್ನು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಮಂಡಲದ ಒಳಮುಖಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಒಳಮುಖ ಕರೆಂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಿ, ರೋಧ *R* ನಲ್ಲಿ ಕರೆಂಟ್ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ರೋಧ *R* ನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ (ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಪ್ರವರ್ಧನೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಮೂಲಗಳಿಂದ ಒದಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.)

ಚಿತ್ರ 26.11ರಲ್ಲಿ *npn* ಮಾದರಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ *CE* ಮಂಡಲ ಮಾದರಿಯ ಸರಳ ಪ್ರವರ್ಧಕದ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎಮಿಟರ್ ಬೇಸ್ ಮಂಡಲವು ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದು ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಬೇಸ್ ಮಂಡಲವು ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿದೆ. ಬೇಸ್ ಭಾಗವು ಬಹಳ ತೆಳುವಾಗಿದ್ದು, ಎಮಿಟರ್‌ನ ಬಹುತೇಕ ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು, ಬೇಸ್ ಮೂಲಕ

ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಸಿಗ್ನಲ್‌ನಿಂದಾಗುವ ಬೇಸ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಯು, ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕರೆಂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ರೋಧ R ನ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ರೋಧ R ನ ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಅನ್ವಯಿಸಿದ ಸಿಗ್ನಲ್‌ಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.



ಪ್ರವರ್ಧಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್

ಚಿತ್ರ 26.11

ಆದಾನ ವಿಭವದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಳ $= \Delta V_{BE} = R_1 \Delta I_B$

ಇಲ್ಲಿ R_1 ಆದಾನ (*input*) ರೋಧ ಮತ್ತು ΔI_B ಯು ಆದಾನ ಕರೆಂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಯ.

ಇದೇ ರೀತಿ ನಿರ್ಗಮ (*output*) ವಿಭವದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಳ $\Delta V_{CE} = R_L(\Delta I_C)$ ಮತ್ತು ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ 180° ಬದಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ R_L ಲೋಡ್ ರೋಧ ಮತ್ತು ΔI_C ನಿರ್ಗಮ ಕರೆಂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಯ.

$$\text{ವಿಭವ ಪ್ರವರ್ಧನೆ} = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}} = \frac{R_L}{R_1} \times \beta$$

ಇಲ್ಲಿ $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಅರೆವಾಹಕ ಎಂದರೇನು ?
2. ಅರೆವಾಹಕದ ವಾಹಕತೆಯು ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಯಾವ ರೀತಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ?

3. ಅರೆವಾಹಕದ ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
4. 'ದಾನಿ' ಅಶುದ್ಧತೆ ಎಂದರೇನು ?
5. 'ಗ್ರಾಹಕ' ಅಶುದ್ಧತೆ ಎಂದರೇನು ?
6. 'ಡೋಪ್ಡ್ ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್' ಎಂದರೇನು ?
7. *p* ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಹೇಗೆ ?
8. *n* ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಹೇಗೆ ?
9. ಏಕಮುಖಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆ (ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆ) ಎಂದರೇನು ?
10. ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್ ಎಂದರೇನು ?
11. ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್ ಎಂದರೇನು ?
12. *p - n* ಸಂಧಿಯ (ಸೆಮಿಕಂಡಕ್ಟರ್ ಡಯೋಡ್)ನ ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗವೇನು?
13. *p - n* ಸಂಧಿಯ ಮಂಡಲ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
14. 'ರಂಧ್ರ'ಗಳೆಂದರೇನು ?
15. ಅರ್ಧ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕದ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
16. ಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
17. ದ್ಯುತಿ ಉತ್ಸರ್ಜಕ ಡಯೋಡ್ ಎಂದರೇನು ?
18. ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್ ಎಂದರೇನು ?
19. *LED* ಗೂ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗೂ ನಿರ್ಮಾಣ ಹಂತದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಮುಖ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತಿಳಿಸಿ.
20. *LED* ಯ ಮಂಡಲ ಪ್ರತೀಕ ಬರೆಯಿರಿ.
21. ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್‌ನ ಪ್ರತೀಕ ಬರೆಯಿರಿ.
22. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಯಾವುದರ ಸಾಮ್ಯರೂಪ ?
23. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಬಗೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
24. ವಾಡಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಸಂಧಿಗಳನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿ ಬಯಾಸ್ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ?
25. *npn* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ ಮಂಡಲ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
26. *pnp* ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ ಮಂಡಲ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
27. ಪ್ರವರ್ಧನೆ ಎಂದರೇನು ?
28. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಪ್ರವರ್ಧಕದ ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
29. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ 'ಕರೆಂಟ್ ಗೇನ್' ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ.

30. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ 'ಕರೆಂಟ್ ವರ್ಗ ಪ್ರಮಾಣ'ಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ.

31. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ α ಮತ್ತು β ಪ್ರಮಿತಿಗಳ ಸಂಬಂಧೋಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

32. ಎಮಿಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_E), ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_C) ಮತ್ತು ಬೇಸ್ ಕರೆಂಟ್(I_B)ಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧೋಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಅರೆವಾಹಕವೊಂದರ ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ; ಆದರೆ ವಾಹಕವೊಂದರ ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ವಿವರಿಸಿ.
2. ವಾಹಕಗಳಿಗೂ ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇನು ?
3. ಶುದ್ಧ ಜರ್ಮೇನಿಯಮ್ ಹರಳುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ ವಿವರಿಸಿ.
4. ಅರೆವಾಹಕಗಳ ವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
5. 'ರಂಧ್ರ'ಗಳೆಂದರೇನು ವಿವರಿಸಿ.
6. *p* ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕವೆಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ.
7. *n* ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕವೆಂದರೇನು ? ವಿವರಿಸಿ.
8. *p-n* ಸಂಧಿಯಲ್ಲಿನ ವಿಭವ ತಡೆಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
9. *p-n* ಸಂಧಿಯ ಫಾರ್‌ವರ್ಡ್ ಬಯಾಸ್ ಮತ್ತು ರಿವರ್ಸ್ ಬಯಾಸ್‌ಗಳನ್ನು ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರಗಳೊಡನೆ ವಿವರಿಸಿ.
10. ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಆಧಾರವಾದ *p - n* ಸಂಧಿಯ ತತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
11. *LED* ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ವಿವರಿಸಿ.
12. ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್‌ನ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ವಿವರಿಸಿ.
13. ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ನ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ವಿವರಿಸಿ.
14. *LED*, ಫೋಟೋ ಡಯೋಡ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಡಯೋಡ್‌ಗಳ ಎರಡೆರಡು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ. (ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ 2 ಅಂಕಗಳು)
15. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಸಾಧನವನ್ನು ಟ್ರಯೋಡ್‌ಗೆ ಹೋಲಿಸಿ.
16. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಅಂಚಿನ ಭಾಗಗಳು ಒಂದೇ ಮಾದರಿಯವಾದರೂ ಅವು ಒಂದೇ ರೀತಿಯವಲ್ಲ. ವಿವರಿಸಿ.
17. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ $\alpha = 0.98$ ಆದರೆ β ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ?
18. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ $\beta = 0.99$ ಆದರೆ α ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟು ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಪದಾರ್ಥಗಳ ವಾಹಕ, ಅವಾಹಕ, ಅರೆವಾಹಕ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಅರೆವಾಹಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ಬರೆಯಿರಿ.
3. *p* ಮಾದರಿ ಮತ್ತು *n* ಮಾದರಿ ಅರೆವಾಹಕಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
4. *p-n* ಸಂಧಿಯ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ಬರೆಯಿರಿ.
5. *p-n* ಸಂಧಿಯ ಅರ್ಧ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
6. *p-n* ಸಂಧಿಯ ಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
7. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.
8. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಬಳಸುವಾಗ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮಂಡಲಗಳು ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ಬರೆಯಿರಿ.
9. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಪ್ರವರ್ಧಕದ ತತ್ವವನ್ನು *npn* ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.
10. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನ α ಮತ್ತು β ಪ್ರಮಿತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಸೂತ್ರ ತಿಳಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ 5 ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು.

೨೭. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್

ಪೀಠಿಕೆ

ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಿತದ ವೈಶಿಷ್ಟವನ್ನು ಸಾದೃಶ್ಯಗಣಕದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸುತ್ತಾ ಬೂಲಿಯಾನ್ ಗಣಿತದ ಆಗತ್ಯವಿರುವಷ್ಟು ಪರಿಚಯವನ್ನು ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತಾ ಅದರ ಹೃದಯವಾದ ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೂಲ ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳಾದ ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೂಲ ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳಾದ *AND, OR, NOT*ಗಳ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅವುಗಳ ವಿವರಣೆಗಾಗಿ ಬಳಸುವ ಬೂಲಿಯಾನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಸಿದೆ. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಗಣಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾದ ಸಂಕಲನಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುವ ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಅಧ್ಯಾಯದ ಮೂಲೋದ್ದೇಶ, ಅತ್ಯಂತ ಆಧುನಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿರುವ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್‌ನ ಪಕ್ಷಿನೋಟ ನೀಡುವುದು ಮಾತ್ರ. ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಭ್ಯಾಸ ಅವಶ್ಯಕ.

ಅಂಕಾತ್ಮಕ (*digital*) ಗಣಕಯಂತ್ರ (*computer*) ಮತ್ತಿತರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಮೂಲ ಸ್ವಿಚಿಂಗ್ ಮಂಡಲಗಳು (*switching circuits*) ಅಥವಾ ದ್ವಾರಗಳು, ತರ್ಕ ದ್ವಾರಗಳೇ ಮುಂತಾದ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಸಾಧನಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಹಾಗೂ ನಿರ್ವಹಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ವಿಭಾಗವೇ **ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್. ದ್ವಿಸಂಕೇತ ಪದ್ಧತಿ** 0 ಮತ್ತು 1 ಯನ್ನು **ಜಾರ್ಜ್ ಬೂಲ್** ಹೆಸರಿನ ಗಣಿತಜ್ಞ 1854ರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಬಳಸಲು ನೆರವಾಗುವ ಸ್ವಿಚಿಂಗ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಸುಮಾರು 1938ರಲ್ಲಿ **ಶ್ಯಾನನ್** ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂತು.

ಈ ಪದ್ಧತಿಯ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದದ್ದು ಸಾದೃಶ್ಯ ಗಣಕ (*analogue computer*). ಇದರಲ್ಲಿ ತಾನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಮಾಪನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸಲು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಕರ್ಮಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಸಂಮರ್ದ ಮುಂತಾದ **ಸತತವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ** ಭೌತ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ, ಉಷ್ಣತೆ, ಶಬ್ದ ಸಂಕೇತಗಳೇ

ಮುಂತಾದವು ಸತತವಾಗಿ (*continuously*) ಬದಲಾಗುವುದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ.

ಅಂಕಾತ್ಮಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ದ್ವಿಮಾನ ಅಂಕೆಗಳಾದ 0 ಅಥವಾ 1 ಅನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 'ಬಿಟ್' ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. *BInary digiT* ಪದಗಳಿಂದ ಟಂಕಿಸಿದ ಪ್ರಥಮಾಕ್ಷರಿ. ಈ ಪದ್ಧತಿ ಬಳಸಲು ಸುಲಭ. ವೋಲ್ಟೇಜನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಅಂಕ '1' ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, '0' ಅದರ ನಿಮ್ನ (ಕೆಳ) ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಿಲಿಕಾನ್‌ನಂಥ ಅರೆವಾಹಕದ ಒಳಗೆ ನಿರ್ಮಿಸಲಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಮಂಡಲಗಳು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದವು. **ಸಮಾಕಲಿತ ಮಂಡಲ** (*integrated circuits*) ಗಳೆಂದು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿರುವ *IC* ಚಿಪ್‌ಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಇವುಗಳನ್ನು **ಜ್ಞಾಪಕ ಮಂಡಲ**ಗಳಲ್ಲಿ , **ಕಿಸೆ ಗಣಕ**ಗಳಲ್ಲಿ, **ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಗಡಿಯಾರ**ಗಳೇ ಮುಂತಾದ ಉಪಕರಣಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿರುವುದೇ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್.

ಉಪಯೋಗಗಳು

ಮಿತ ಖರ್ಚು, ಸೂಕ್ಷ್ಮಗಾತ್ರ, ಅಧಿಕ ವಿಶ್ವಸನೀಯತೆ ಮತ್ತು ಉಚ್ಚವೇಗ ಇವುಗಳ ಪ್ರಮುಖ ಉಪಯೋಗಗಳು.

ಬಳಸುವ ಸಾಧನಗಳು

Ic ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಡಯೋಡ್ ಮತ್ತು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ **ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು** (*logic gates*) ಸ್ವಿಚಿಂಗ್ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ.

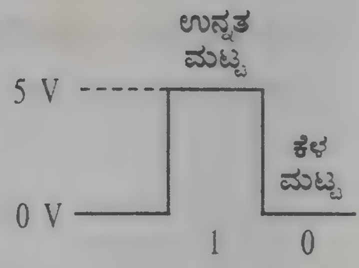
ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳು

ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಮೂಲ ಸ್ವಿಚಿಂಗ್ ಮಂಡಲಗಳು ಅಥವಾ ದ್ವಾರಗಳು ದ್ವಿಸಂಕೇತ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಇವು **ನಿರ್ಗಮ** (*output*) ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು **ನಿವೇಶ** (*input*) ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ.

ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧವಾದ ಮಂಡಲಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದು **ಸಂಯೋಗ ರೀತಿಯ ದ್ವಾರಗಳು** (*combinational*) . ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿನ ನಿರ್ಗಮವು ಅದೇ ಕ್ಷಣದ ನಿವೇಶವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ **ಈ ದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ಜ್ಞಾಪಕವಿರುವುದಿಲ್ಲ.** ಎರಡನೆಯದು **ಶ್ರೇಢಿ ರೀತಿಯ** (*sequential*) **ದ್ವಾರಗಳು.** ಈ ದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ಜ್ಞಾಪಕ ಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಿಂದಾಗುವ ನಿರ್ಗಮವು ಅದರ ಹಿಂದಿನ ನೆನಪನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಸಧ್ಯದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಂಯೋಗ ರೀತಿಯ ದ್ವಾರಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ.

ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು

ತರ್ಕದ್ವಾರವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಮಂಡಲವಾಗಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ಡಯೋಡ್ ಅಥವಾ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ನಿರ್ಗಮ ಸ್ಥಿತಿಯು ನಿವೇಶ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವಂತೆ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಂಡಿರುವ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಸಾಧನ.



ನಿಜತನ (*true*) ಅಥವಾ ಸುಳ್ಳುತನ (*false*) ವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ತರ್ಕದ್ವಾರವು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ನಿಜಮೌಲ್ಯದ ಪ್ರತೀಕ *T* ಮತ್ತು ಸುಳ್ಳು ಮೌಲ್ಯದ ಪ್ರತೀಕ *F*. ಇವು ಬೂಲಿಯನ್ ಬೀಜ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ 1 ಹಾಗೂ 0 ಯಿಂದ ವ್ಯಕ್ತ. ತರ್ಕ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುವ ಕೋಷ್ಟಕ (1) ನೋಡಿ. ತರ್ಕದ್ವಾರವನ್ನು ಅದು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೂರು ಮೂಲ ತರ್ಕ ಮಂಡಲಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಅಂಡ್ (ಮತ್ತು), ಆರ್ (ಅಥವಾ) ಹಾಗೂ ನಾಟ್ (ಅಲ್ಲ) ಎಂಬ ಮೂರು ಮೂಲ ತರ್ಕ ಮಂಡಲಗಳಿಗೆ *AND, OR* ಮತ್ತು *NOT* ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ನಾವು ಬಳಸೋಣ.

ತರ್ಕಸ್ಥಿತಿ	
ನಿಜತನ (*T*)	ಸುಳ್ಳುತನ (*F*)
1	0
ಉಚ್ಚ (*high*)	ನಿಮ್ನ (*low*)
$+V_s$	$0V$
ಸ್ವಿಚ್ ಆನ್	ಸ್ವಿಚ್ ಆಫ್

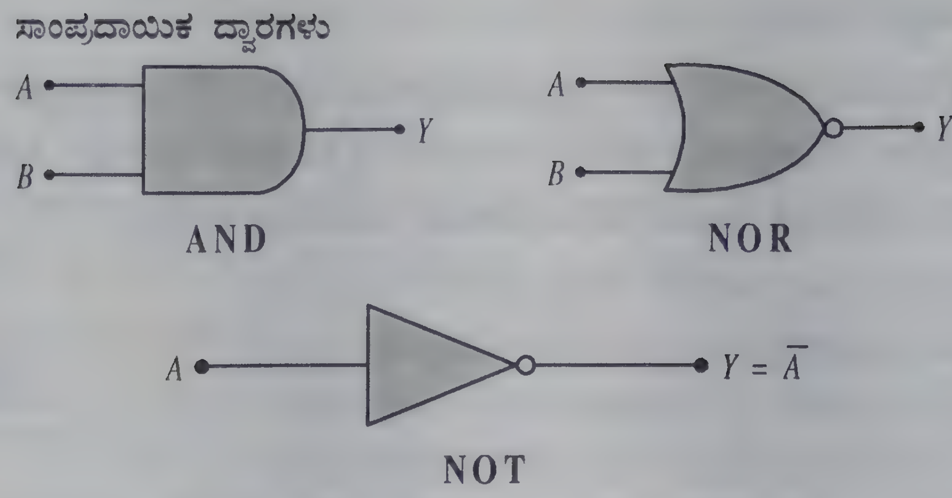
ಕೋಷ್ಟಕ - 1 ತರ್ಕ ಸ್ಥಿತಿಗಳು

ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳಿಗೆ ಇಂಗ್ಲೀಷ್ ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯ ದೊಡ್ಡ ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿ.

ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳ ಪ್ರತೀಕಗಳು (*symbols*)

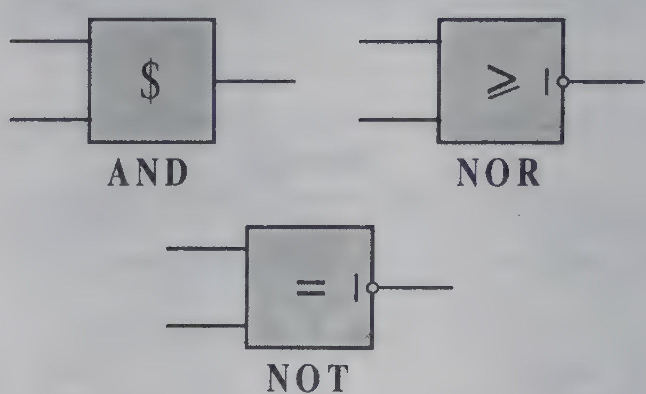
ಎರಡು ಬಗೆಯ ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಯಾಂತ್ರಿಕ ಆಯೋಗ ಒಪ್ಪಿಗೆ ನೀಡಿದೆ.

1. **ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವುದು :** ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕೃತಿಯ ಈ ದ್ವಾರಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸುಲಭ. ಶಿಕ್ಷಣ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಳಕೆ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ - 1 ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ದ್ವಾರಗಳು

2. *IEC* **ಪ್ರತೀಕಗಳು :** ಈ ಪ್ರತೀಕಗಳಿಗೆ ಅಧಿಕೃತ ಮನ್ನಣೆ ಇದ್ದಾಗ್ಯೂ ವ್ಯಾಪಕ ಬಳಕೆಯಿಲ್ಲ.

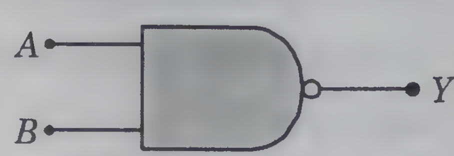


ಚಿತ್ರ - 2 IEC ಪ್ರತೀಕಗಳು

ನಿವೇಶ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮ

ದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು 'ನಿವೇಶ' ವಿರುತ್ತವೆ. *NOT* ದ್ವಾರ ಇದಕ್ಕೆ ಅಪವಾದ ಎನಿಸಿದೆ. ಯಾಕೆಂದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ನಿವೇಶವಿರುತ್ತದೆ. ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ *A, B, C* ಇತ್ಯಾದಿ ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ನಿರ್ಗಮವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು *Q* ಅಥವಾ *Y* ಸಂಜ್ಞೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ನಾವು *Y* ಬಳಸಿದ್ದೇವೆ.

ಕೆಲವು ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ನಿರ್ಗಮ ಸೂಚಿ ಗೆರೆಯ ಪ್ರಾರಂಭದ ತುದಿಗೆ ಸೊನ್ನೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಚಿತ್ರ 3 ರಲ್ಲಿ ; *NAND* ಗೇಟ್‌ನ ಪ್ರತೀಕವಿದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ನೋಡಿದಾಗ ಇದೊಂದು *AND* ದ್ವಾರ



NAND ಗೇಟ್ ಪ್ರತೀಕ
ಚಿತ್ರ - 3

ಆಗಿದ್ದು ನಿರ್ಗಮದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೊನ್ನೆ ಇದೆ. *AND* ಗೇಟ್‌ನ ಸಂಜ್ಞೆಯನ್ನು *NOT* ಗೇಟ್ ಮೂಲಕ ಸಾಗಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರತೀಕ.

ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕಗಳು (*Truth tables*)

ಒಂದು ತರ್ಕದ್ವಾರ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಹಾಗೂ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ ಸಹಕಾರಿ. ಪ್ರತೀಕ '0' ಅನ್ನು ಸುಳ್ಳುತನ ಸೂಚಿಯನ್ನಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ಸಂಖ್ಯೆ 1ನ್ನು ನಿಜತನ ಸೂಚಿಯನ್ನಾಗಿಯೂ ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕವು *AND* ಗೇಟ್‌ನ ನಿವೇಶ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮಗಳನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ.

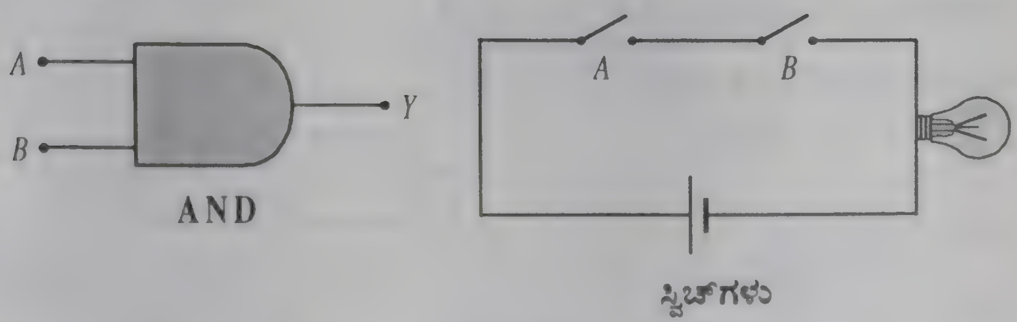
ನಿವೇಶ *A*	ನಿವೇಶ *B*	ನಿರ್ಗಮ *Y*
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ಕೋಷ್ಟಕ - 2

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎಲ್ಲ ಕರ್ತದ್ವಾರಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಅರೆವಾಹಕ ಡಯೋಡ್ ಇಲ್ಲವೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಮನಿಸಿ : ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿರುವಂತೆ ವಿಶೇಷ *IC* ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು ಲಭ್ಯವಿದೆ. 4001 IC ಸಂಕೇತದ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ನಿವೇಶಗಳು ನಾಲ್ಕು *NOR* ದ್ವಾರಗಳಿವೆ.

AND ದ್ವಾರ



ಚಿತ್ರ - 4 AND ದ್ವಾರದ ಕಾರ್ಯಸೂಚಿ

ನಿವೇಶ *A* ಮತ್ತು *B* ಗಳೆರಡೂ ಸತ್ಯದ್ದಾಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ನಿರ್ಗಮ *Y* ಸತ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಇದು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ವಾರದ ನಿಜನತ ಕೋಷ್ಟಕ ಹೀಗಿದೆ.

ನಿವೇಶ *A*	ನಿವೇಶ *B*	ನಿರ್ಗಮ *Y*
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ಕೋಷ್ಟಕ - 03

ಇದನ್ನು ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ

$$Y = A \text{ AND } B$$

AND ದ್ವಾರಕ್ಕೆ ಎರಡು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿವೇಶಗಳಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಅದರ ನಿರ್ಗಮ ಸತ್ಯದ್ದಾಗಬೇಕಾದರೆ ಎಲ್ಲಾ ನಿವೇಶಗಳೂ ಸತ್ಯದ್ದಾಗಿರಲೇ ಬೇಕು.

ಇದರ ಬೂಲಿಯನ್ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ :

$$Y = A.B$$

ಇದನ್ನು ಓದುವ ವಿಧಾನ, *A* ಮತ್ತು *B* (*A AND B*) , *y* ಗೆ ಸಮ. ಇಲ್ಲಿ ಚುಕ್ಕೆ (.) ನಿರ್ವಹಣಾ ವಿಧಿ ಸೂಚಕ, ಗುಣಾಕಾರ ಪರಕರ್ಮ ಸೂಚಕವಲ್ಲ.

OR (ಅಥವಾ) ದ್ವಾರ

ಈ ದ್ವಾರದ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು, *Y* ಸತ್ಯವಾಗಿರಲು *A* ಅಥವಾ *B* ಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸತ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಸಾಕು. ಸಹಜವಾಗಿಯೇ *A* ಮತ್ತು *B* ಗಳೆರಡೂ ಸತ್ಯವಾಗಿದ್ದಾಗ *Y* ಸತ್ಯವಾಗಿರಲೇಬೇಕು.

ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ : *Y = A OR B*

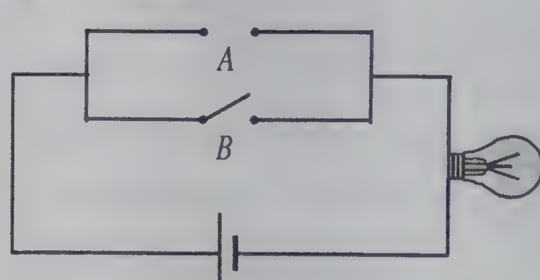
ಬೂಲಿಯನ್ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ : $Y = A + B$

ಓದುವ ವಿಧಾನ : *A* ಅಥವಾ (*OR*) *B*



OR ದ್ವಾರ

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಪ್ರತೀಕ



ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳು

ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ

ಇಲ್ಲಿ (+) , ನಿರ್ವಹಣಾ ವಿಧಿ ಸೂಚಕ, ಕೂಡುವ ಚಿಹ್ನೆ 'ಪ್ಲಸ್' ಅಲ್ಲ.

ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ

ನಿವೇಶ *A*	ನಿವೇಶ *B*	ನಿರ್ಗಮ $Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ಕೋಷ್ಟಕ - 4

ನಾಟ್ (ಅಲ್ಲ) ತರ್ಕದ್ವಾರ

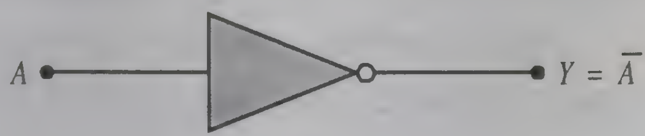
ಒಂದು ತಾರ್ಕಿಕ ಮಟ್ಟವನ್ನು (ಉದಾ, 0 ಮಟ್ಟ) ಅದರ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ (ಉದಾ 1 ಮಟ್ಟ) ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ತಾರ್ಕಿಕ ಸಾಧನವೇ *NOT* ದ್ವಾರ.

ಇದರ ಕೆಲಸ 1 ಅನ್ನು 0 ಯಾಗಿ ಅಥವಾ 0 ಯನ್ನು 1 ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು.

ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ : $y = \overline{A}$ ಇದು ಬೂಲಿಯಾನ್ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ಕೂಡ. ಇದರ ಅರ್ಥ, ನಿವೇಶ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ನಿರ್ಗಮವನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲ ತರ್ಕಮಂಡಲ. *A* ಅಲ್ಲದ್ದು *Y* ಗೆ ಸಮ ಎಂದು ಅರ್ಥ.

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಪ್ರತೀಕ :

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಗುಳ್ಳೆ ಕಂಡುಬಂದರೆ ಪ್ರತಿಲೋಮನ (*inversion*) ಆಗಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು.



NOT

ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ

ನಿವೇಶ *A*	ನಿರ್ಗಮ $y = \overline{A}$
0	1
1	0

ಕೋಷ್ಟಕ - 5

NOT ದ್ವಾರಕ್ಕಿರುವುದು ಒಂದೇ ಒಂದು ನಿವೇಶ.

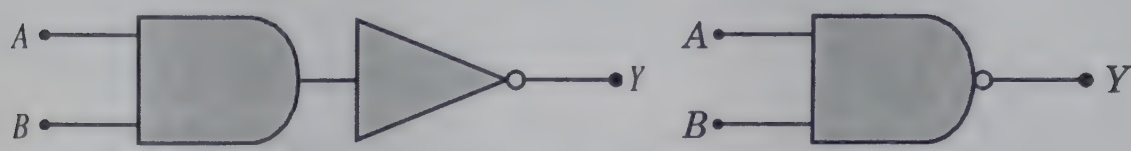
ನ್ಯಾಂಡ್ ದ್ವಾರ (*NAND gate*)

AND ದ್ವಾರದ ನಿರ್ಗಮವನ್ನು *NOT* ದ್ವಾರಕ್ಕೆ ನಿವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವುದೇ

NOT-AND ದ್ವಾರ. ಇದರ ಹ್ರಸ್ವ ರೂಪವೇ *NAND*. ಈ ತರ್ಕದ್ವಾರವನ್ನು ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯ ತರ್ಕ ದ್ವಾರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಹೀಗಾಗಿ ಇದನ್ನು ಸರ್ವ ಸಂಯೋಜಕ ದ್ವಾರವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಬರೆಯುವ ವಿಧಾನ : $Y = \overline{A.B}$

ಓದುವುದು ; Y = *NOT A AND B*



AND NOT NAND ಗೇಟ್ ಪ್ರತೀಕ

ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ

ನಿವೇಶ *A*	ನಿವೇಶ *B*	ನಿರ್ಗಮ $Y = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ಕೋಷ್ಟಕ - 6

ಎಲ್ಲಾ ನಿವೇಶಗಳೂ ಉಚ್ಚವಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿರ್ಗಮವು ನಿಮ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬದಲಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ನಿವೇಶ ನಿಮ್ನವಾಗಿದ್ದರೂ ಸಾಕು, ನಿರ್ಗಮವು ಉಚ್ಚ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

NOR ದ್ವಾರ

OR ದ್ವಾರದ ನಿರ್ಗಮವನ್ನು *NOT* ದ್ವಾರಕ್ಕೆ ನಿವೇಶವನ್ನಾಗಿಸಿದಾಗ *NOR* ದ್ವಾರವಾಗುತ್ತದೆ.



NOR ದ್ವಾರ

NOT-OR ಎಂಬ ಪದದ ಹ್ರಸ್ವರೂಪವೇ *NOR*

ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ

ನಿವೇಶ A	ನಿವೇಶ B	ನಿರ್ಗಮ $Y = \overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ಕೋಷ್ಟಕ - 7

ಕೋಷ್ಟ ತಿಳಿಸುವ ವಿಚಾರ : ಯಾವುದಾದರೊಂದು ನಿವೇಶ ಉಚ್ಚವಾಗಿದ್ದರೂ ಸಾಕು, ನಿರ್ಗಮ ನಿಮ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ನಿವೇಶಗಳು ನಿಮ್ನವಾದಾಗ ಮಾತ್ರ, ನಿರ್ಗಮ ಉಚ್ಚವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಅನ್ವಯಗಳು

ಆಧುನಿಕ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಗಣಕಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ತರ್ಕ ದ್ವಾರಗಳಿಂದಾದ ಮಂಡಲಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಜ್ಞಾಪಕ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾ : ಸ್ವಿಚಿಂಗ್ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ, ವಾಹನಸಂಚಾರ ನಿಯಂತ್ರಕಗಳಲ್ಲಿ ಇತ್ಯಾದಿ) ಇವುಗಳ ಬಳಕೆ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ; ಮಿತಖರ್ಚು, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗಾತ್ರ, ಅಧಿಕ ವಿಶ್ವಸನೀಯತೆ ಮತ್ತು ಉಚ್ಚವೇಗದ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಬಳಕೆ ವ್ಯಾಪಕ.

ದ್ವಿ-ಸಂಕೇತ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಂಕೆಗಳನ್ನು ಕೂಡುವುದಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳನ್ನು, **ಸಂಕಲಕಗಳು** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸರಳ ಸಂಕಲನ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಪರಿಕರ್ಮಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳು,

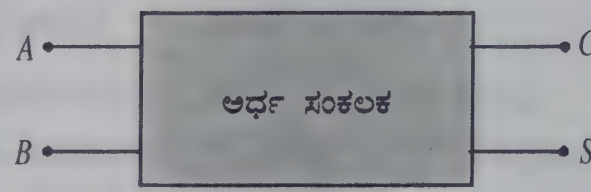
$$0 + 0 = 0$$
$$0 + 1 = 1$$
$$1 + 0 = 1$$
$$1 + 1 = 10$$

ಮೇಲಿನ ಪರಿಕರ್ಮಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಮೂರರಲ್ಲಿ ಮೊತ್ತ ಒಂದು ಅಂಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ನಾಲ್ಕದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಎರಡು ಅಂಕೆಗಳಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉಚ್ಚ ಗಮನಾರ್ಹ ಅಂಕೆಯನ್ನು **ಕ್ಯಾರಿ** (*carry*) ಎಂದೂ, ನಿಮ್ನ ಗಮನಾರ್ಹ ಅಂಕವನ್ನು **ಸಮ್** (*sum*) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಸಂಕಲನದಲ್ಲಿ 1 ಕ್ಯಾರಿ ಆದರೆ 0 ಸಮ್. ಈ ರೀತಿ ಎರಡು ದ್ವಿಮಾನ ಅಂಕಿಗಳನ್ನು

ಕೂಡುವುದಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ತರ್ಕದ್ವಾರವನ್ನು **"ಅರ್ಧ ಸಂಕಲಕ"** (*half adder*) ವೆಂದೂ ಮೂರು ದ್ವಿಮಾನ ಅಂಕೆಗಳನ್ನು ಕೂಡುವುದಕ್ಕೆ **ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕ** (*full adder*) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಅರ್ಧ ಸಂಕಲಕ

ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಡು ದ್ವಿಮಾನ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಕೂಡಬಲ್ಲ ತರ್ಕ ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಅರ್ಧ ಸಂಕಲಕವೆಂದು ಹೆಸರು.



ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ನಿವೇಶಗಳು (*A* ಮತ್ತು *B*) ಇರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ನಿರ್ಗಮಗಳು, 'ಕ್ಯಾರಿ' (*C*) ಮತ್ತು 'ಸಮ್' (*S*). ಇದರ ಘಟಕ ಚಿತ್ರ (*block diagram*) ವನ್ನು ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದು.

ಇದರ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ ಹೀಗಿದೆ.

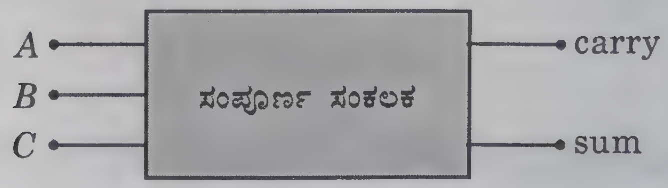
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

ಕೋಷ್ಟಕ - 8

ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕ

ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮೂರು ದ್ವಿಮಾನ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಕೂಡಬಲ್ಲ ತರ್ಕಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಇದರ ಘಟಕ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದು.



ಉದಾಹರಣೆಗೆ $A = 1, B = 0, \ C = 1$ ಆಗಿದ್ದಾಗಿನ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕವನ್ನು ಹೀಗೆ ಬರೆಯಬಹುದು.

A	B	C	sum	carry
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ಕೋಷ್ಟಕ - 9

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಮಾದರಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಗಣಿತ ಪದ್ಧತಿ ಯಾವುದು ?
2. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿರುವ ಶಬ್ದ 'ಬಿಟ್' ಇದರ ಅರ್ಥವೇನು?
3. ತರ್ಕ ದ್ವಾರವೆಂದರೇನು ?
4. ಅಂಕಗಳಾದ '1' ಮತ್ತು '0' ಏನನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ ?
5. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್‌ನ ವ್ಯಾಪಕ ಬಳಕೆಗೆ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
6. ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ನಿಮ್ನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಯಾವ ಸಂಕೇತಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ ?
7. ತರ್ಕಮಂಡಲದ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿ.
8. ನಮ್ಮ ಪಠ್ಯದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ತರ್ಕದ್ವಾರವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.
10. ತರ್ಕದ್ವಾರವೆಂದರೇನು ?
11. ತರ್ಕಮಂಡಲದ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
12. ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕವೆಂದರೇನು ?
13. ಈ ಕೆಳಗಿನಕ್ಕೆ (ಸಂಯೋಗ ರೀತಿಯ ದ್ವಾರಗಳು) ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತೀಕಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ. ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ಒಂದು ಅಂಕ ನಿಗದಿಸಲಾಗಿದೆ.

    1) *AND* 2) *OR* 3) *NOR* 4) *NOT* 5) *NAND*
14. ಪ್ರಶ್ನೆ (13) ರಲ್ಲಿನ ದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಷ್ಟು ನಿವೇಶಗಳು ಹಾಗೂ ನಿರ್ಗಮಗಳಿರುತ್ತವೆ ?

15. ಒಂದೇ ಒಂದು ನಿವೇಶವನ್ನು ಬಳಸುವ ದ್ವಾರದ ಹೆಸರೇನು ?

16. ತರ್ಕದ್ವಾರದ ನಿರ್ಗಮ ಸೂಚಿ ಗೆರೆಯ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿನ ತುದಿಗೆ ಸೊನ್ನೆ ಹಾಕಿದಾಗ ಅದು ಏನನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

17. ದ್ವಾರಗಳ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ ಬರೆಯಿರಿ (ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಎರಡು ಅಂಕಗಳು).

    AND *OR* *NOR* *NOT* *NAND*

18. ಪ್ರಶ್ನೆ 17 ರಲ್ಲಿನ ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳ ಒಂದು ವೈಶಿಷ್ಟವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. (ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಎರಡು ಅಂಕಗಳು).

19. ತರ್ಕಮಂಡಲಗಳ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

20. *AND, OR* ಮತ್ತು *NOT* ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳಿಗೆ ಬೂಲಿಯನ್ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆದು ಬಳಸಿರುವ ಸಂಕೇತವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ. (ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಎರಡು ಅಂಕಗಳು).

21. ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

22. ಅರ್ಧಸಂಕಲಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?

23. ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?

24. ಅರ್ಧಸಂಕಲಕದ ಘಟಕ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಅದರ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ ಬರೆಯಿರಿ.

25. ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಕಲಕದ ಘಟಕ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಅದರ ನಿಜತನ ಕೋಷ್ಟಕ ಬರೆಯಿರಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ ಒಂದು 1 ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು.

೨೮. ಮೆದು ಸಾಂದ್ರೀಕೃತದ್ರವ್ಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ

ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯ(*matter*)ಗಳೂ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಈ ಮೂರರ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ: ಘನ (ನಿಗದಿಯಾದ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರ ಇರುವುದು), ದ್ರವ (ನಿಗದಿಯಾದ ಗಾತ್ರ ಆದರೆ ಆಕಾರ ದ್ರವದ ಧಾರಕದಂತೆ ಇರುವುದು), ಅನಿಲ (ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರವಿಲ್ಲದೆ ಧಾರಕದ ತುಂಬ ಆವರಿಸುವುದು). ಇವು ದ್ರವ್ಯದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತಸ್ಥಿತಿಗಳು. ಪ್ಲಾಸ್ಮವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದ್ರವ್ಯದ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸ್ಥಿತಿ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಹೊರತಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಕೆಲವಸ್ತುಗಳಿರುವುದನ್ನು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹಕ್ಕಿ ಮತ್ತು ಸರೀಸೃಪಗಳ ಮೊಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಪೌಷ್ಟಿಕ ಲೋಳೆ ಪದಾರ್ಥ, ಬ್ರೆಡ್ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ತಿನ್ನುವ 'ಸಾಸ್' ಇತ್ಯಾದಿ. ಇವುಗಳ ಸ್ಥಿತಿ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಘನ ಸ್ಥಿತಿಗಳ ನಡುವಿನ ಒಂದು ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೂಪಕ್ಕೆ ಮಾದರಿಯಂತಿರುತ್ತದೆ.

ಸುಮಾರು 1850ರಿಂದ 1888ರ ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನ, ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಸಂಶೋಧಕರು ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ತಮ್ಮ ಕರುಗುಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಮೀಪದ ಉಷ್ಣತೆ ತಲುಪಿದಾಗ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದರು. ಕೆಲವು 'ದ್ರವ' ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ಜೈವಿಕ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಸ್ಫಟಿಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ಅಸಮವರ್ತಿ (*anisotropic*) ನಡವಳಿಕೆಯನ್ನು, ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡು ಬೆರಗಾದರು.

ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಮಧ್ಯಾಂತರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ 1888ರಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರೀಯಾ ದೇಶದ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿ ಫ್ರೆಡರಿಕ್ **ರೇನಿಟ್ಜರ್** (*Reinitzer*) ವೀಕ್ಷಿಸಿದ. ಘನವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಾಸಿದಾಗ ಅವು ಕರಗಿ ದ್ರವವಾಗಿ ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುವುದು ಸಹಜ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಸ್ಫಟಿಕೀಯ ಜಾಲದ ಮೂರು ಆಯಾಮ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮುರಿದು ಬೀಳುವ ಉಷ್ಣತೆಗೆ **ಕರಗುವ ಬಿಂದು** ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಾಲ್ ಬೆನ್‌ಜೋಯೇಟ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತು ಎರಡು ಕರಗು ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವುದನ್ನು ರೇನಿಟ್ಜರ್ ಗಮನಿಸಿದ. 145°C ನಲ್ಲಿ ಘನವಸ್ತು ಮಬ್ಬು ದ್ರವವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು

179°C ನಲ್ಲಿ ದ್ರವ ನಿರ್ಮಲಸ್ಥಿತಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿತು. ಮಬ್ಬುಮಬ್ಬಾದ ಮಧ್ಯಂತರ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ರಚನೆಯುಳ್ಳ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದನ್ನು ಓ.ಪಿ. ಲೇಹ್‌ಮನ್ ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ತೋರಿಸಿದ.

ಜರ್ಮನಿಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಓಟೊ ಲೆಹ್‌ಮನ್ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ **ಶಾಖಸ್ಥಿತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ** (*heating state microscope*) ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಉಪಜ್ಞೆಗೊಳಿಸಿದ್ದ. ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಾಗಿ ಆಯ್ದ ಪ್ರತಿಚಯ (ಸ್ಯಾಂಪಲ್)ದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಉಪಕರಣದೊಂದಿಗೆ ಧ್ರುವೀಕಾರಕಗಳನ್ನು (*polarizer*) ಜೋಡಿಸಿದಾಗಿನಿಂದ, ಇದು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತಿದೆ.

ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ವಿಂಗಡಣೆ

ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಪುಂಜಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗನುಸಾರ ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ಮತ್ತು ಲಿಯೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ಎಂದು ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

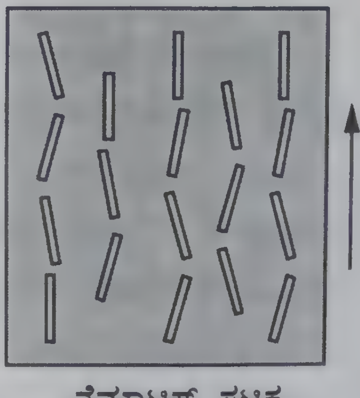
ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ಎಂಬುದನ್ನು ಮೊದಲು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ. **ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇಲ್ಲವಾದರೂ ಅಣುಗಳ ಜೋಡಣೆ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿರುವ ಕಾರ್ಬನಿಕದ್ರವ.**

ಎರಡನೆಯ ಹೆಸರಿನ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯು ಕೆಲ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರಾವಣ (solvent) ದೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದಾಗಿ **ಲಿಯೋಟ್ರೊಪಿಕ್** ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ.

ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಪುಂಜಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಮೂರು ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವರ್ಗಗಳಿಗೆ, ನೆಮಾಟಿಕ್, ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ಮತ್ತು ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ.

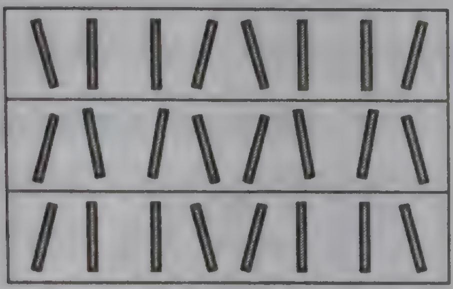
ನೆಮಾಟಿಕ್

ದಾರಕ್ಕೆ ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದದಿಂದ ಈ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ನೆಮಾಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅವು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ತೇಲುವ ಅಥವಾ ಧಾರಕದ ಗೋಡೆಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವ ದಾರದಂಥ ರಚನೆಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಇರುವಷ್ಟು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಪದರಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ


ನೆಮಾಟಿಕ್ ಸ್ಫಟಿಕ

ಅಣುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಸಮಾಂತರ ಸ್ಥಾನವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಅಣುಗಳ ಒಟ್ಟಾರೆ ಅಡ್ಡಚಲನಾ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯದ ಜೊತೆಗೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುಗಳ ಕಟ್ಟುಗಳು ಅವುಗಳ ಉದ್ದವಾದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಒಂದರಮೇಲೊಂದು ಜಾರಬಲ್ಲವು. ಇವುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಉದ್ದ ಸುಮಾರು 20 ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್.

ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ

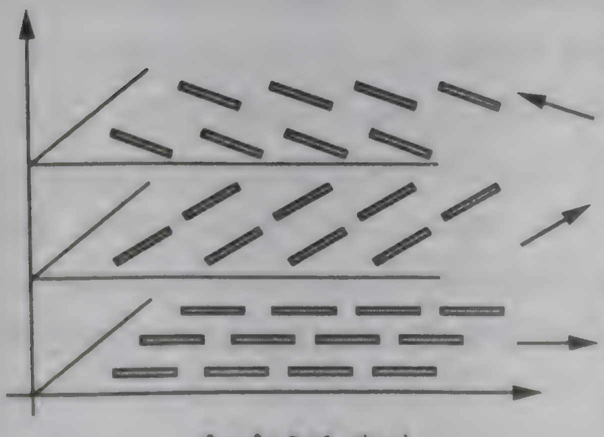


ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ - ಆ

ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ಎಂಬುದು ಸಾಬೂನಿಗೆ ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದ. ಈ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನೆಮಾಟಿಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವದಕ್ಕಿಂತ ಮತ್ತೊಂದು ದಿಗ್ವಿನ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಇವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪದರಪದರವಾಗಿದ್ದು, ಅಣುಗಳ ಸ್ಥಾನಿಕ (*positional*) ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ದಿಗ್ವಿನ್ಯಾಸದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮಾತ್ರ ಭದ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಎರಡು ಒಳಪಂಗಡಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *A*. ಇದರಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಪದರಗಳ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಜೋಡಣೆಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯದು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *C*. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಪದರದ ಲಂಬಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *A*ನಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಪದರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮರಚನೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೇನಾದರೂ ಇದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಆ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *B* ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಅಣುಗಳ ಪದರಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಸಾಗಿದಾಗ ಅದರ ವೇಗ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಸಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು. ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣ ವ್ಯತಿಕರಣ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳ ಅಣುಗಳ ಸ್ಥಾನಮಟ್ಟವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು

ಈ ವರ್ಗದ ಬಹುತೇಕ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಅಣುಗಳು **ಅಸಮಮಿತಿ**ಯಲ್ಲಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಬೃಹದ್ದರ್ಶಕೀಯ **ಕೈರಲಿಟಿ** ಗುಣವಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಸಮಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಅಣುಗಳಿರದ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಕೈರಲಿಟಿ ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಫಲನ ಕುರಿತಂತೆ ಸಮಮಿತಿ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು.



ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಸ್ಫಟಿಕ

ಗಮನಿಸಿ : ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಾಲ್ ಒಂದು ಸ್ಟೀರಾಯ್ಡ್. ಬಿಳಿಬಣ್ಣದ ಸ್ಫಟಿಕೀಯ ಘನ ಪದಾರ್ಥ. ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಗಡುಸಿಗೆ ಕಾರಣವೆನ್ನಲಾದ ಸ್ಟೀರಾಯ್ಡ್ ಗುಂಪಿನ ಆಲ್ಕಹಾಲ್, ಆದರೆ ಇದು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವಲ್ಲ. ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಾಲ್ ವಸ್ತುವಿರುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಅಣುರಚನೆಯ ವೈಲಕ್ಷಣವಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವ ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ಅಣುಗಳು ಪದರದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದರದಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ಸಮಾಂತರ ಸಾಲುನೆಲೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನೆಮಾಟಿಕ್ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ನೆನಪಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಣು ಪದರಗಳು ತೆಳುವಾಗಿರುತ್ತವೆ (ಅಣುವೊಂದರ ಅಡ್ಡದಪ್ಪದಷ್ಟು). ಅಣುಗಳ ಉದ್ದ ಅಕ್ಷಗಳು ಪದರ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳ ವಿಶೇಷ ಅಣುವಿನ್ಯಾಸ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಪ್ರಕಾಶೀಯ ಗುಣಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೇಖೀಯ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಅಣುಪದರಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಹರಿಸಿದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸದಿಶದ (*electric vector*) ದಿಕ್ಕು ಸುರುಳಿ ಆಕಾರದ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ತಿರುಚುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಾಧಾರಣ ಬಿಳಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಮೇಲೆ ನಿರ್ದೇಶಿಸಿದಾಗ ಬೆಳಕು ಎರಡು ಅಂಗಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಗ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸದಿಶವನ್ನೂ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಗ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸದಿಶವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಣದಿಂದಾಗಿಯೇ ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಬಿಳಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ತೋರುವ ವಿಲಕ್ಷಣವಾದ ತೇಜೋಮಯ ವರ್ಣಸ್ಫುರಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಈ ಮೂರು ಬಗೆಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು ದ್ವಿ-ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಬಲು ದೊಡ್ಡ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ($-20°$ C ಇಂದ $500°$C ವರೆಗೆ) ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಮತ್ತು ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ

ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಈ ಬಗೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕೆಲನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತಾ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಲಿಯೊಟ್ರೊಟಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಈ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರಾವಣದೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಜೊತೆಗೆ, ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಿಗಿಂತ ಒಂದು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾಂಕವನ್ನು ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಹೊಂದಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಇವು ಅನೇಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಲ್ಲವು. ಈ ಗುಣದಿಂದಾಗಿ ಇವುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ತುಂಬಾ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾದ ಕೆಲಸ. ಇವುಗಳು ಕುಬ್ಜ ವಿನ್ಯಾಸ (*nano* ಅಂದರೆ 10^{-9} ಪ್ರಮಾಣದ್ದು) ಹೊಂದಿದ್ದು ಜೈವಿಕ ಘಟಕಗಳಾದ ಡಿಎನ್ಎ, (*DNA*) ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡ್ಸ್, ಮತ್ತು ಜೀವಕೋಶಪೊರೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಅನ್ವಯಗಳು

1. ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ರಚನಾ ದೋಷಗಳನ್ನು ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಲೇಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವಿಧ ನಮೂನೆಯ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

2. *LCD* ಎಂದೇ ಪ್ರಖ್ಯಾತಿ ಪಡೆದು, ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಲು, ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಡಿಯಾರ, ಜೇಬಿನಲ್ಲಿಡುವಷ್ಟು ಸಣ್ಣಗಾತ್ರದ ಕಾಲ್ಕ್ಯುಲೇಟರ್, ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಮಾನಿಟರ್, ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆ.

3. ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ನೆರವಿನಿಂದ ಚಿತ್ರಬಿಡಿಸುವ ಸಾಧನ (*CAD*)ದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ.

4. ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಸೋಪ್, ಎಮಲ್ಶನ್, ಆಹಾರ ಕೈಗಾರಿಕೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

5. ನೆಮಾಟಿಕ್ ಮತ್ತು ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ನೆನಪಿನ ಚಿಪ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

6. ಉಷ್ಣಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು

1. ಎಮಲ್ಶನ್

ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಎಮಲ್ಶನ್ ತಯಾರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದರ ಕಲಿಲ (colloidal) ದ್ರಾವಣವಿರಬೇಕು. ಹೀಗಾದಾಗ ಒಂದು ದ್ಯುತಿ ಸಂವೇದಿ ಪದಾರ್ಥ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. **ಕೆಮರಾ ಫಲಕಗಳಿಗೂ ಫಿಲ್ಮ್‌ಗಳಿಗೂ** ಇದನ್ನು ಲೇಪಿಸುತ್ತಾರೆ.


ಎಮಲ್ಶನ್‌ಗೆ ಉದಾಹರಣೆ ಹಾಲು ಮತ್ತು ಕಾಫಿ

ಎಮಲ್ಶನ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಕಲಿಲ ಆಯಾಮದ ದ್ರವ್ಯವನ್ನೊಳಗೊಂಡ **ಒಳಪ್ರಾವಸ್ಥೆ** (*internal phase*) ಮತ್ತು ಯಾವ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಕಲಿಲವನ್ನು ಪ್ರಸರಣ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೊ ಆ ಪದಾರ್ಥದ **ಹೊರಪ್ರಾವಸ್ಥೆ**. ಹೀಗಾಗಿ ಎಮಲ್ಶನ್ ಒಂದು ಕಲಿಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದ್ದು, ಇದರಲ್ಲಿನ ಎರಡೂ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಎಮಲ್ಶನ್

ಒಂದು **ಲಿಯೊ ಫೋಬಿಕ್** ಕಲಿಲ. ಅಂದರೆ ಇದರಲ್ಲಿನ ಎರಡು ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳು ಒಂದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಕರಗದೆ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆ. ಎರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆಯೊ ಅದು ಒಳಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಇನ್ನೊಂದು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಬುದ್ಬುದ (*bubble*) ಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ.

ಹಾಲು ಒಂದು ಎಮಲ್ಶನ್. ಇದು ಒಂದು ನೀರಿನ ದ್ರಾವಣವಾಗಿದ್ದು ಇದರ ಹೊರ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ **ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಸ್** ಮತ್ತಿತರ ಲವಣಗಳಿಂದ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೌಂದರ್ಯ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ 'ವ್ಯಾನಿಷಿಂಗ್ ಕ್ರೀಮ್' ಕೂಡ ನೀರಿನಲ್ಲಿನ ಎಣ್ಣೆಯ ಎಮಲ್ಶನ್.

2. ಬುರುಗು (*foam*)

ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನಪದಾರ್ಥದ ಹೊರಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಅನಿಲ ರೂಪದ ಒಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಕ್ಕೆ ಬುರುಗು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಸಾಬೂನು ದ್ರಾವಣದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ದ್ರವ್ಯಗುಳ್ಳೆಯನ್ನು ಬುರುಗಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಅಗ್ನಿಶಾಮಕ ದಳದವರು ನೀರು, ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಸಲ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಸೋಡಿಯಮ್ ಬೈ ಕಾರ್ಬೊನೇಟ್‌ಗಳ ಮಿಶ್ರಣ ಬಳಸಿ ಅದರಿಂದ ಕಾರ್ಬನ್-ಡೈ-ಆಕ್ಸೈಡ್ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿಸಿ ಒಣಬುರುಗನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತಾರೆ.

ತೀವ್ರ ಕುಲುಕಾಟದಿಂದ ದ್ರವಗಳ ಮೇಲು ಪದರದ ಮೇಲೆ, ಅಲೆಗಳ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ, ಬಿರುಸಾಗಿ ಓಡಿದ ನಂತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಬಾಯಿಸುತ್ತ ಮೂಡುವ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಿಳಿಬಣ್ಣದ ಗುಳ್ಳೆಗಳ ದಟ್ಟರಾಶಿ ಬುರುಗಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ದ್ರವದಂತೆ ಘನಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಬುರುಗು ಜಾತಿಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಕ್ಕೆ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಶಾಖ ತಡೆಗಾಗಿ ಬಳಸುವ ಟಾಲ್ಕಮ್‌ಗಳು ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರುತ್ತವೆ.

3. ಜೆಲ್

ಅರೆ ಘನರೂಪದ ಕಲಿಲ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಜೆಲ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಎಮಲ್ಶನ್ ಮತ್ತು ಬುರುಗು ಲಿಯೊಫೋಬಿಕ್ ಕಲಿಲ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಎಂದು ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ **ಹೈಡ್ರೋಫಿಲಿಕ್** ಅಂದರೆ **ಜಲಪ್ರೇಮಿ** ಕಲಿಲಗಳೂ ಇವೆ. ಇವುಗಳ ಜನಪ್ರಿಯ ಹೆಸರೇ **ಜೆಲ್**. ನೀರಿನೊಡನೆ ಸಂಯೋಗವಾಗುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯುಳ್ಳ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದಾಗ ಒಡನೆಯೇ ಲೀನವಾಗಿ ದ್ರಾವಣವಾಗುವಂಥ ಕಲಿಲವನ್ನು **ಜಲಪ್ರೇಮಿ ಕಲಿಲ**ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಜಿಲಾಟಿನ್ ಜೆಲ್‌ಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಸರು. ಚರ್ಮ, ಮೃದ್ವಸ್ಥಿ, ಅಸ್ಥಿರಜ್ಜು ಮೊದಲಾದವನ್ನು ಸಾವಕಾಶವಾಗಿ ಬೇಯಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೇ ಜಿಲಾಟಿನ್. ಇದು ಪಾರಕ ಮತ್ತು ರುಚಿರಹಿತ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪದಾರ್ಥ. ಅಂಟು ಗುಣವಿದೆ. ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥವೂ ಹೌದು. ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ಫಿಲ್ಮ್ ಅಂಟು ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗ.

ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆ ಪ್ರಾಣಿಮೂಲಸ್ಥಾದರೆ, ಸಸ್ಯಮೂಲದಿಂದಲೂ ಜೆಲ್ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯಸ್ರಾವವಾದ **ಗೋಂದು** ಜೆಲ್ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುವ ಕೃಷಿಕೆ (*culture*) ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಜೆಲ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ವಿಶಿಷ್ಟ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ **ಅಗರ್ - ಅಗರ್** ಜೆಲ್ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅಗರ್ - ಅಗರ್ ಕೆಂಪು ಆಲ್ಗೆ ತಯಾರಿಸುವ ಜೆಲ್.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ; ಎಮಲ್ಶನ್, ಬುರುಗು ಮತ್ತು ಜೆಲ್‌ಗಳು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಕಲಿಲ ಅವಸ್ಥೆಗಳು.

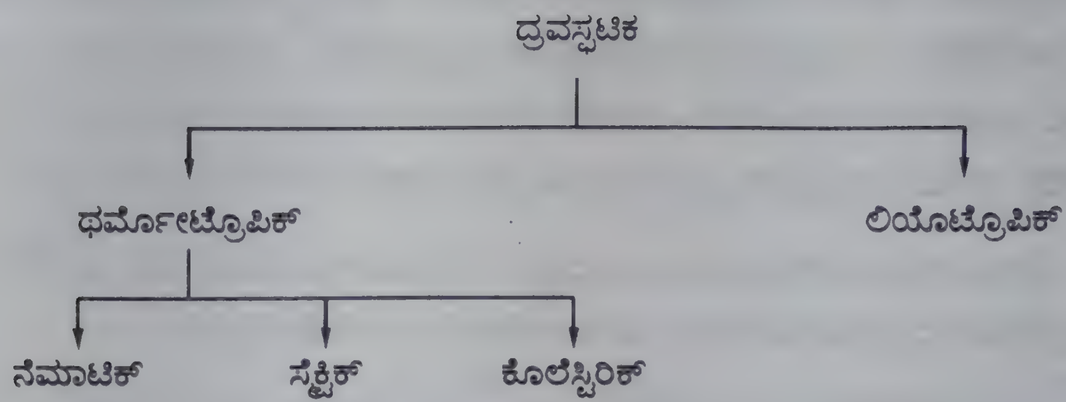
ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿರುವ ಧ್ರುವೀಕಾರಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ದ್ರವ ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ರಚನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಹಾಯಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವು ಬೆಳಕನ್ನು ತಿರುಚುತ್ತವೆ. ಈ ಗುಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿಶೇಷ ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಜೆಲ್

- ಅರೆಘನರೂಪದ ಕಲಿಲ ದ್ರಾವಣ.
- ಹೈಡ್ರೋಫಿಲಿಕ್ ಕಲಿಲ.
- ಜಿಲಾಟಿನ್ ಜೆಲ್‌ಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಸರು.
- ಪಾರಕ - ರುಚಿರಹಿತ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪದಾರ್ಥ.
- ಸಸ್ಯಸ್ರಾವವಾದ ಗೋಂದು, ಜೆಲ್ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಸಂಗ್ರಹ ನಿರೂಪಣೆ

- ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇಲ್ಲವಾದರೂ ಅಣುಗಳ ಜೋಡಣೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿರುವ ಕಾರ್ಬನಿಕ ದ್ರವಕ್ಕೆ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದು ಹೆಸರು.



- **ಥರ್ಮೋಟ್ರೋಪಿಕ್** ಹೆಸರಿಡಲು ಕಾರಣ, ಈ ವರ್ಗದ ದ್ರವ್ಯಗಳು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕೆಲ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತಾ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯುವುದರಿಂದಾಗಿ

- **ಲಿಯೊಟ್ರೋಪಿಕ್** ಹೆಸರಿನ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯು ಕೆಲದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರಾವಣದೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

- **ನೆಮಾಟಿಕ್** ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ದಾರದಂತೆ, ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳಿಗೆ ಒಟ್ಟಾರೆ ಅಡ್ಡಚಲನಾ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯದ ಜೊತೆಗೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುಗಳ ಕಟ್ಟುಗಳು ಅವುಗಳ ಉದ್ದವಾದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಒಂದರಮೇಲೊಂದು ಜಾರಬಲ್ಲವು ಇವುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಉದ್ದ 20Å.

- **ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್** ಸಾಬೂನಿಗೆ ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದ. ನೆಮಾಟಿಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮತ್ತೊಂದು ದಿಗ್ವಿನ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಪದರಪದರವಾದ ವಿನ್ಯಾಸ. ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ 2 ಒಳ ಪಂಗಡ : ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *A* ಮತ್ತು *B*

  A : ಇದರಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಪದರಗಳ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ

  C : ಪದರ ಲಂಬಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ.

  A ನ ಯಾವುದೇ ಪದರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮರಚನೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಿದ್ದಾಗ ಆ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ - ಡಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

- **ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್** ಕಾರ್ಬನ್ ಅಣುಗಳು ಅಸಮಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. **ಕೈರಲಿಟಿ** ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ - ಪ್ರತಿಫಲನ ಕುರಿತಂತೆ ಸಮಮಿತಿ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು. ಪದರ ಜೋಡಣೆ - ವಿಶೇಷ ಅಣು ವಿನ್ಯಾಸದಿಂದಾಗಿ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು

ಹರಿಸಿದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸದಿಶದ ದಿಕ್ಕು ಸುರುಳಿ ಆಕಾರದ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ತಿರುಚುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮೂರೂ ಬಗೆಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು ದ್ವಿ-ವಕ್ರೀಭವವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

☞ **ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್** ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದ್ರಾವಣದೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್‌ಗೆ ಇರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾಂಶ ಹೊಂದಿವೆ.

ಜೈವಿಕ ಘಟಕವಾದ *DNA* ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿದ ಸಾಬೂನು ಇದಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆ.

ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳು

☞ ಇವು ಉಷ್ಣತಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಬಹುಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ. ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

☞ ವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿಶೇಷ ಅನ್ವಯಗಳು

☞ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕ.

☞ ಪ್ರದರ್ಶಿಕಗುಣದಿಂದಾಗಿ, ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಕೈ ಗಡಿಯಾರಗಳಲ್ಲಿ, ಕ್ಯಾಲ್ಕುಲೇಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಗಡಿಯಾರಗಳಲ್ಲಿ, ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಲ್ಲಿ ಇತ್ಯಾದಿ.

ಎಮಲ್ಷನ್

☞ ಒಂದು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದರ ಕಲಿಲ ದ್ರಾವಣವಿರಬೇಕು.

☞ ಲಿಯೊಫೋಬಿಕ್ ಕಲಿಲ - ಇದರಲ್ಲಿನ ಎರಡು ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳು ಒಂದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಕರಗದೆ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಉದಾ : ನೀರು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆ, ಹಾಲು ಮತ್ತು ನೀರು 'ವ್ಯಾನಿಷಿಂಗ್ ಕ್ರೀಮ್'

ಅನ್ವಯ : ಕೆಮರಾ ಫಲಕಗಳಿಗೂ, ಫಿಲ್ಮ್‌ಗಳಿಗೂ ಲೇಪಿಸುತ್ತಾರೆ

ಬುರುಗು

☞ ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನಪದಾರ್ಥದ ಹೊರಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಅನಿಲರೂಪದ ಒಳಪ್ರಾವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ.

☞ ಸಾಬೂನು ದ್ರಾವಣದಿಂದಾಗುವ ದ್ರವ್ಯಗುಳ್ಳೆ (*matter bubble*)

ಉದಾ : ಟಾಲ್ಕಮ್ ಪೌಡರ್

ಅಭ್ಯಾಸ

ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಎಂದರೇನು ? ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
2. ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ವರ್ಗೀಕರಣವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
3. ಥರ್ಮೋಟ್ರೋಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ?
4. ಲಿಯೊಟ್ರೋಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ?
5. ಥರ್ಮೋಟ್ರೋಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
6. ನೆಮಾಟಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಎಂದರೇನು ?
7. ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಎಂದರೇನು ?
8. ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಎಂದರೇನು ?
9. ನೆಮಾಟಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಎರಡು ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣ ತಿಳಿಸಿ.
10. ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *A* ಮತ್ತು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *B* ಗಳಿಗಿರುವ ಹೋಲಿಕೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತಿಳಿಸಿ.
11. ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಎರಡು ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣ ತಿಳಿಸಿ.
12. ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
13. ಎಮಲ್ಶನ್‌ನ ಮೂಲಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಏನು ?
14. ಬುರುಗಿನ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಏನೋಲು ?
15. ಜೆಲ್‌ನ ಮೂಲಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಏನು ?
16. ಎಮಲ್ಶನ್‌ನ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ.
17. ಬುರುಗಿಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ.
18. ಜೆಲ್‌ಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ.
19. ಲಿಯೊಫೋಬಿಕ್ ಕಲಿಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
20. ಹೈಡ್ರೋಫಿಲಿಕ್ ಕಲಿಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.
21. ಜಿಲಾಟಿನ್ ಎಂದರೇನು ?
22. ದ್ರವದಂತೆ ಘನಪದಾರ್ಥದ ಬುರುಗು ಇದೆಯೆ ? ಇದ್ದರೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಿ.

23. ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕ ಯಾವ ಬಗೆಯದು ?

24. ಮೊಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಪೌಷ್ಠಿಕಲೋಳೆ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ದ್ರವ್ಯದ ಯಾವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಬಹುದು ?

25. ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ *C* ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನು ?

ನಾಲ್ಕು ಅಂಕಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

1. ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ? ಅದರ ವರ್ಗೀಕರಣವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ.

2. ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ಮತ್ತು ಲಿಯೊಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

3. ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ? ಈ ಬಗೆಯ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕದ ಒಳಪಂಗಡಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ. ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

4. ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ? ಮತ್ತು ನೆಮಾಟಿಕ್ ಪಂಗಡ ವಿವರಿಸಿ.

5. ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ? ಮತ್ತು ಸ್ಮೆಕ್ಟಿಕ್ ಪಂಗಡ ವಿವರಿಸಿ.

6. ಥರ್ಮೋಟ್ರೊಪಿಕ್ ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕವೆಂದರೇನು ? ಮತ್ತು ಕೊಲೆಸ್ಟಿರಿಕ್ ಪಂಗಡ ವಿವರಿಸಿ.

7. ಎಮಲ್ಶನ್ ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

8. ಬುರುಗು ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

9. ಜೆಲ್ ಎಂದರೇನು ? ಉದಾಹರಣೆ ಸಹಿತ ವಿವರಿಸಿ.

10. "ಎಮಲ್ಶನ್, ಬುರುಗು ಮತ್ತು ಜೆಲ್‌ಗಳು ದ್ರವಸ್ಫಟಿಕಗಳು" ಈ ಹೇಳಿಕೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿ.

ವಿ.ಸೂ. : ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಿಂದ 4 ಅಂಕದ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು.

ಅನುಬಂಧಗಳು

೧. ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿಭಾಗ

೧. ಪೀನ ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ ಮತ್ತು ಅದರ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು

ಉದ್ದೇಶ : ಪೀನ ಮಸೂರದ f ಮತ್ತು n ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು : ಪೀನ ಮಸೂರ, ಮಸೂರ ಪೀಠ, ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ, ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಕ್ಕಾಗಿ ಸ್ಟಾಂಡುಗಳು

ಸೂತ್ರಗಳು :

1) $$f=\frac{D^2-S^2}{4D}$$

ಮತ್ತು $$r_1=\frac{f\,x_1}{f-x_1}$$

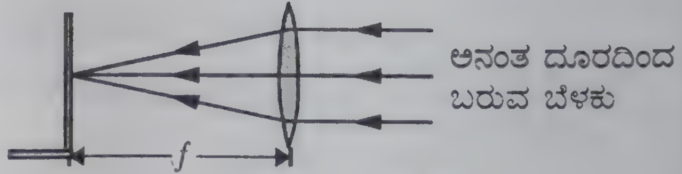
ಹಾಗೂ $$r_2=\frac{fx_2}{f-x_2}$$

f - ಸಂಗಮದೂರ, D - ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಸ್ಕ್ರೀನುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ, S - ಮಸೂರವನ್ನು ಮೊದಲ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದಾಗಿನ ಅಂತರ.

r_1 ಮತ್ತು r_2 ಗಳು ಮಸೂರದ ಎರಡು ಮುಖಗಳ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯಗಳು.

x_1 ಮತ್ತು x_2 ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮಸೂರವನ್ನು ವಸ್ತುಕದ ಮುಂದೆ ಇರಿಸಿದಾಗಿನ ದೂರಗಳು.

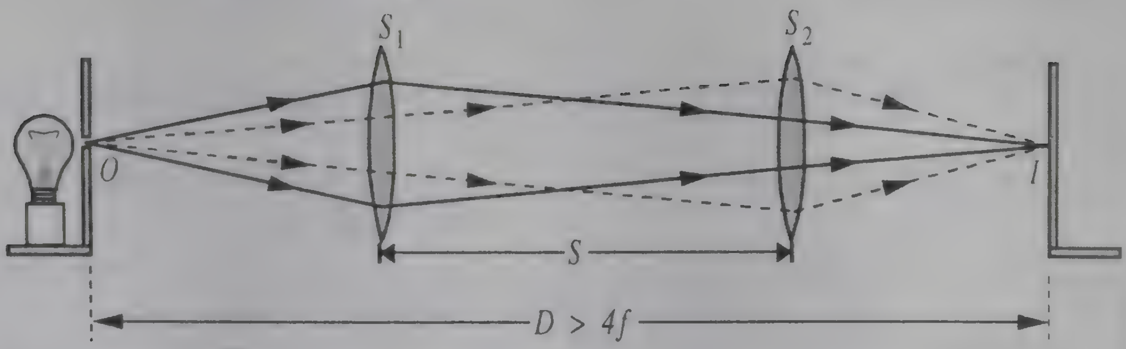
2) $$n=1+\frac{r_1r_2}{f\left(r_1+r_2\right)}$$



ಚಿತ್ರ 01

n - ಮಸೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

ಪ್ರಯೋಗ ವಿನ್ಯಾಸ



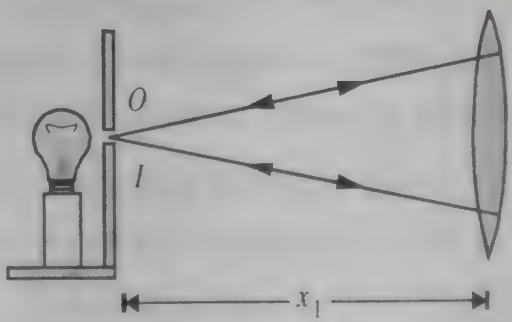
ಚಿತ್ರ 2

ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನ

ದೂರದ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದಿಂದ ಬರುವ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ಮಸೂರವನ್ನು ಹಾಯ್ದನಂತರ ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಪಡೆದು ; ಮಸೂರಕ್ಕೂ ಪರದೆಗೂ ನಡುವಿನ ದೂರ (f) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 2).

ನಂತರ ಚಿತ್ರ 02ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ಪರದೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು $D > 4f$ ಆಗುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಬೇಕು. ಮಸೂರವನ್ನು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಎರಡು ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಸ್ಪಷ್ಟ ಬಿಂಬ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಮಸೂರವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದ ದೂರ (s) ಅನ್ನು ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬೇಕು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬೆಲೆಯ D ಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವ (S) ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

ಮಸೂರವನ್ನು (ಚಿತ್ರ 3) ರಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆ ಇಟ್ಟು ಅದನ್ನು ಹಿಂದೆ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ವಸ್ತುಕದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಅದರ ಸಮತಲದಲ್ಲಿಯೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮೂಡುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ವಸ್ತುಕ ಮತ್ತು ಮಸೂರದ ನಡುವಿನ ದೂರ x_1 ಅನ್ನು ನಮೂದಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಮಸೂರದ ಇನ್ನೊಂದು ಮುಖ ವಸ್ತುಕದ ಎದುರಿಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಹಿಂದಿನಂತೆ, x_2 ದೂರವನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕು. ಇದನ್ನು 'ಬಾಯ್ಸ್' ವಿಧಾನವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 3

ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ

(f) = ...m

(ದೂರದ ಆಕರದ ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗಿ ಚಿತ್ರ 01)

ಬಾಯ್ಸ್ ವಿಧಾನ

ಮೊದಲ ಮುಖ

$x_1 = ----m$

$r_1 = \frac{f\,x_1}{f - x_1} = ---m$

ಎರಡನೆಯ ಮುಖ

$x_2 = ----m$

$r_2 = \frac{f\,x_2}{f - x_2} = ---m$

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	D (m)	S $(s_2 - s_1)$ (m)	$f = \frac{D^2 - S^2}{4D} ---m$
1			
2			
3			

ಮಾಧ್ಯ $f = ---m$

$$n = 1 + \frac{r_1 r_2}{f(r_1 + r_2)}$$

ಸಂಗಮದೂರದ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಶತದೋಷ,

ದೋಷಗಳ ಬೆಲೆ ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸುವಾಗ ಬಳಸಿದ ಅಳತೆಯ ಸಾಧನಗಳ (ಉದಾ : ಸ್ಕೇಲ್, ಸ್ಕ್ರೂಗೇಜ್, ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಇತ್ಯಾದಿ) ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ಪ್ರಯತ್ನದ ರೀಡಿಂಗ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಸಾಕು.

ಉದಾ : ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ $D = 100$cm, $S = 20$cm, $x = 8$cm, $f = 10$cm, $x_2 = 8.1$cm ಆಗಿದ್ದಾಗ ದೋಷಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ. ಅಳತೆಗಾಗಿ 1mm ಕನಿಷ್ಠ ನಿಖರ ಬೆಲೆಯ ಸ್ಕೇಲ್ ಬಳಸಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದೆ.

$$f = \frac{D^2 - S^2}{4D} = \frac{(D+S)(D-S)}{4D}$$

$$\frac{\delta f}{f} = \frac{\delta D + \delta S}{D+S} + \frac{\delta D - \delta S}{D-S} + \frac{\delta D}{D}$$

$$= \frac{0.1+0.1}{100+20} + \frac{0.1+0.1}{D-S} + \frac{0.1}{100}$$

(ದೋಷ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಾಗ (–) ಚಿಹ್ನೆಗೆ ಬದಲು (+) ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.)

$$\frac{\delta f}{f} = \frac{0.2}{120} + \frac{0.2}{80} + \frac{0.1}{100}$$

$$= 0.0016 + 0.0025 + 0.001 = 0.0051$$

ಪ್ರತಿಶತ ದೋಷ : $\frac{\delta f}{f} \times 100 = 0.51\%$

ವಕ್ರತಾ ತ್ರಿಜ್ಯದಲ್ಲಿನ ದೋಷ, r_1 ನಲ್ಲಿನ ದೋಷ

$$= \quad \frac{\delta f}{f} + \frac{\delta x_1}{\delta x_2} + \frac{\delta f + \delta x_1}{f - x_1}$$

$$\frac{\delta r_1}{r_1} = 0.0051 + \frac{0.1}{8} + \frac{0.1+0.1}{10-8}$$

$$= 0.0051 + 0.0125 + 0.1 = 0.1176$$

ಪ್ರತಿಶತ ದೋಷ : $0.1176 \times 100 = 11.76\,\%$

ಇದೇ ರೀತಿ, r_2 ಗೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿನ ದೋಷ = 12.26%

ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕದ ದೋಷ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ

$$n = 1 + \frac{r_1 r_2}{f\left(r_1 + r_2\right)}$$

$$\frac{\delta n}{n} = \frac{\delta r_1}{r_1} + \frac{\delta r_2}{r} + \frac{\delta f}{f} + \frac{\delta r_1 + r_2}{r_1 + r_2}$$

$$= 0.1176 + 0.1226 + 0.0051 + \frac{0.1+0.1}{16.1} = 0.2577$$

ಪ್ರತಿಶತ ದೋಷ : $\frac{\delta n}{n} \times 100 = 0.2577 \times 100 = 25.77\%$

ವಿ.ಸೂ. : ಇದರಿಂದ ನಾವು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದದ್ದು, x_1 ಮತ್ತು x_2 ಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಲ್ಲಿ, ಒಟ್ಟಾರೆ ದೋಷವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು.

೨. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್

ಉದ್ದೇಶ ಪಟ್ಟಕದ ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಸೂತ್ರ $\omega = \frac{n_b - n_r}{n-1}$ ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ :

n_b = ನೀಲಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಶ್ರಗದ ಪದಾರ್ಥದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ.

n_r = ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಶ್ರಗದ ಪದಾರ್ಥದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ.

n = ಮಾಧ್ಯಕಿರಣದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ, $n = \frac{n_b + n_r}{2}$

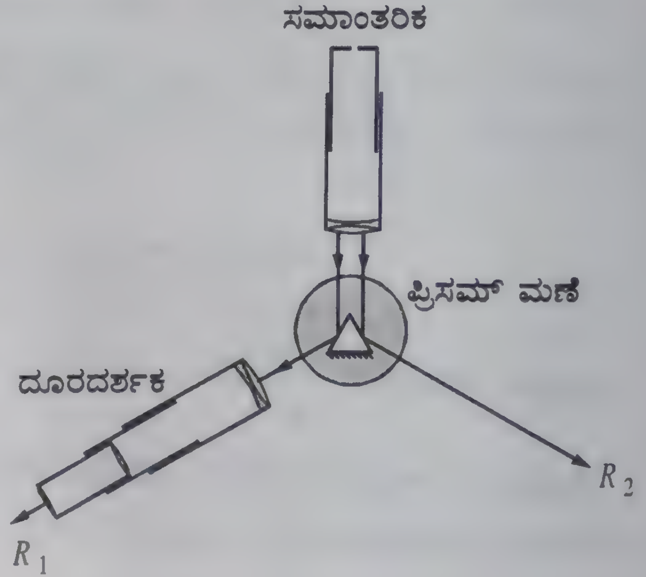
$$n_b = \frac{\sin\left(\frac{A+D_b}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}} \quad \text{ಮತ್ತು} \quad n_r = \frac{\sin\left(\frac{A+D_r}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ A = ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನ, D_b = ನೀಲಿ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ, D_r = ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ.

ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನ

ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್ ಬಳಸುವಾಗ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ ನಂತರ, ಅದಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ವರ್ನಿಯರ್ ಸ್ಕೇಲ್‌ನಿಂದ ಅದರ ಕನಿಷ್ಠ ಅಳತೆಯನ್ನು ಗೊತ್ತು ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನದ ಅಳತೆ



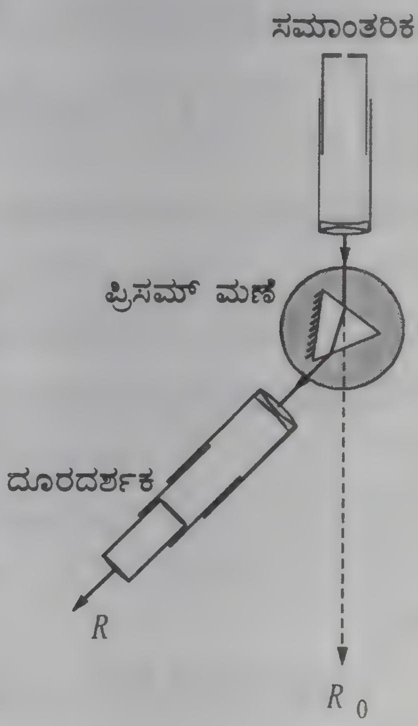
ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಪಟ್ಟಕದ ತುದಿಯನ್ನು ಸಮಾಂತರಿಕದ ಮುಂದೆ ಇಟ್ಟು, ಅದರ ಎರಡೂ ಮುಖಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು, ದೂರದರ್ಶಕದ ಅಡ್ಡ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ

ಇರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಂಡು R_1 ಮತ್ತು R_2 ಗಳನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದರಿಂದ A ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು

$$\frac{A = (R_1 \sim R_2)}{2}$$

ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕೋನದ ಅಳತೆ

ಚಿತ್ರ 2ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಪಟ್ಟಕವನ್ನು ಪ್ರಿಸಂ ಮಣೆಯ ಮೇಲೆ ಇಡಬೇಕು. ರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆದನಂತರ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಬಿಗಿಪಡಿಸಿ ಪ್ರಿಸಮ್ ಮಣೆಯನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಬೇಕು. ನೀಲಿ ಗೆರೆ, ನೇತ್ರಕದ ಊರ್ಧ್ವ ಗೆರೆಯ ಹತ್ತಿರ ಬಂದು, ಪ್ರಿಸಮ್ ಮಣೆಯನ್ನು ಹಿಂದೆ ತಿರುಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಸಿದಾಗ ರೋಹಿತ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸರಿದರೆ, ಪಟ್ಟಕ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು. ನೀಲಿ ಗೆರೆ ಊರ್ಧ್ವಗೆರೆಯ ಮೇಲಿರುವಾಗ ಪ್ರಿಸಮ್ ಮಣೆಯನ್ನು ಬಂಧಿಸಿ, ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಮುಕ್ತಗೊಳಿಸಿ, R_b ಬೆಲೆಯನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದೇ ರೀತಿ ಕೆಂಪು ಗೆರೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ R_r ಗುರುತು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಪ್ರಿಸಮ್ ತೆಗೆದು ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸಮಾಂತರಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿ, ಕಿಂಡಿಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಊರ್ಧ್ವ ಗೆರೆಯು ಮೇಲಿದ್ದಾಗ R_0 ಬೆಲೆಯನ್ನು ಗುರುತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

ವರ್ನಿಯರ್‌ನ ಕನಿಷ್ಠ ಅಳತೆ = ...

ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನದ ಅಳತೆ

R_1ಗೆ ಅಳತೆ			R_2ಗೆ ಅಳತೆ			$A = \frac{R_1 \sim R_2}{2}$
MSR	CVD	R_1	MSR	CVD	R_2	

ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಅಳತೆ : R_0 = ...

ರೋಹಿತದ ಬಣ್ಣ	ಅಳತೆಗಳು	ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ	$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin A/2}$
ನೀಲಿ	R_b	$D_b = R_b \sim R_0$	$n_b =$
ಕೆಂಪು	R_r	$D_r = R_r \sim R_0$	$n_r =$

ಪಟ್ಟಕದ ವರ್ಣವಿಭಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ : $\omega = \frac{n_b - n_r}{n-1} = ...$

ಫಲಿತಾಂಶ : ಪಟ್ಟಕದ ಕೋನದ ಅಳತೆ, A = ...

ಪಟ್ಟಕದ ವರ್ಣವಿಭಾಜನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ω = ...

೩. ಗಾಳಿಬೆಣೆ (*Wedge*)ಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿಕರಣ

ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ಏಕವರ್ಣೀಯ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಗಾಳಿಯ ಬೆಣೆ ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದ ಕಾಗದದ ಅಥವಾ ತಂತಿಯ ಗಾತ್ರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಎರಡು ಆಯತಾಕಾರದ ಸಮತಟ್ಟಾದ ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳು,
ಒಂದು ಸಣ್ಣ ತಂತಿ, ಸೋಡಿಯಮ್ ದೀಪ,
ಚಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

ತತ್ವ

ಸಮಾಂತರವಾದ ಮತ್ತು t ದಪ್ಪದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಪದರದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಪತನಗೊಂಡಾಗ ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿಗೂ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಹೊರಬರುವ ಬೆಳಕಿಗೂ ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವ್ಯತಿಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಪಥವ್ಯತ್ಯಾಸ $\delta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ಇದ್ದಾಗ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಎರಡು ಫಲಕಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ತುದಿಯ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಂತಿಯನ್ನೊ, ಕಾಗದದ ತುಂಡನ್ನೊ ಇಟ್ಟಲ್ಲಿ, ಸೇರಿರುವ ತುದಿಯಿಂದ ಗಾಳಿಯ ಬೆಣೆಯಿಂದಾಗಿ t ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ವ್ಯತಿಕರಣದಿಂದ ಫ್ರಿಂಜ್ ಅಗಲ ω ವನ್ನು ಅಳೆದು, ತಂತಿಯಿರುವ ದೂರ (d) ಅಳೆದರೆ, t ಅನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. λ ಬೆಲೆ ಗೊತ್ತಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

$$\omega = \frac{\lambda}{2n\theta}$$

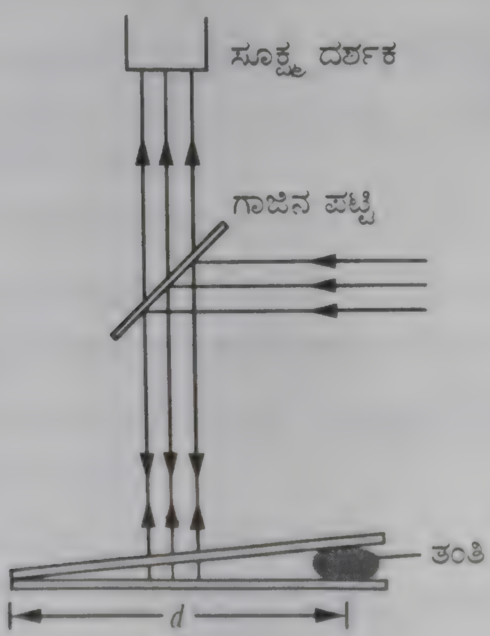
ಇಲ್ಲಿ n = ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕ

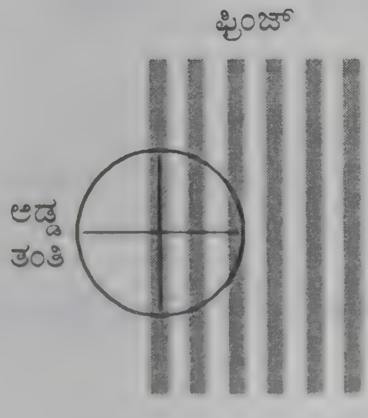
ಗಾಳಿಗೆ $n = 1, \theta = \frac{t}{d}$

$$\therefore \quad \omega = \frac{\lambda d}{2t} \text{ ಮತ್ತು } t = \frac{\lambda d}{2\omega} ....m$$

ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನ

ಎರಡು ಆಯತಕಾರಾದ ದೃಗ್‌ಸಮತಟ್ಟಾದ ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದನ್ನು ಇಡಬೇಕು. ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರಬೇಕು. ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ತೆಳುವಾದ t ವ್ಯಾಸವಿರುವ ತಂತಿಯನ್ನು ಎರಡೂ ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಇಡಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಿ ಎರಡು ಫಲಕಗಳ ನಡುವೆ ಬೆಣೆ ರೀತಿಯ ಗಾಳಿಯ ತೆಳು ಪದರ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಸೋಡಿಯಮ್ ದೀಪದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳನ್ನು 45° ಓರೆಯಾಗಿ ಇಟ್ಟಿರುವ ಗಾಜಿನ ಫಲಕದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಗಾಳಿಯ ಬೆಣೆ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಪತನ ಕಿರಣಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯ ಪದರದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಕಿರಣಗಳಿಗೂ ನಡುವೆ ವ್ಯತಿಕರಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಚಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಬೆಣೆಗೆ ಸಂಗಮಿಸಿ ವ್ಯತಿಕರಣದ ನಮೂನೆ ನೋಡಬಹುದು. ಈ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಹೊಳಪಾದ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪಾದ ಸಮತೀವ್ರತೆ ಮತ್ತು ದಪ್ಪದ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರುವ ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳ ಅಲಗಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.





ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅಡ್ಡತಂತಿಯ ಛೇದನಬಿಂದುವನ್ನು ಮಧ್ಯದ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಲೀನಗೊಳಿಸಿ ಅದನ್ನು ಶೂನ್ಯ (0) ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಅದರಿಂದ 2ನೇ, 4ನೇ, 6ನೇ ... ಪಟ್ಟಿಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವಂತೆ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಪಡೆಯಬೇಕು. ಹೀಗೆ 10 ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಳತೆ ಪಡೆದು ಸರಾಸರಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಅಗಲ ಪಡೆಯಬೇಕು. ಅದನ್ನು ω ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರುವ ತುದಿಯಿಂದ ತಂತಿಯವರೆಗೆ ದೂರ d ಎಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ತಂತಿಯ ವ್ಯಾಸ t ಯನ್ನು ತಿರುಪು ಮಾಪಕದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಸೋಡಿಯಂ ದೀಪದ ತರಂಗದೂರವನ್ನು 589.3nm ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ತಂತಿಯ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿ ಸಂಖ್ಯೆ	ರೀಡಿಂಗ್	ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟಿ ಸಂಖ್ಯೆ	ರೀಡಿಂಗ್	10 ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಗಲ	ಸರಾಸರಿ 10 ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಗಲ	ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಅಗಲ
0		10				
2		12				
4		14				
6		16				
8		18				

ತಿರುಪುಮಾಪಕದಿಂದ ತಂತಿಯ ವ್ಯಾಸ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಪಿಚ್ = ...

ಕನಿಷ್ಠ ಅಳತೆ = LC = ... ಶೂನ್ಯದೋಷ = Z_E = ...

ಪ್ರಯತ್ನ	PSR (mm)	HSR	R = PSR + (HSR ± ZE) LC

ಫಲಿತಾಂಶ : ಸಣ್ಣ ತಂತಿಯ ವ್ಯಾಸ = ... m

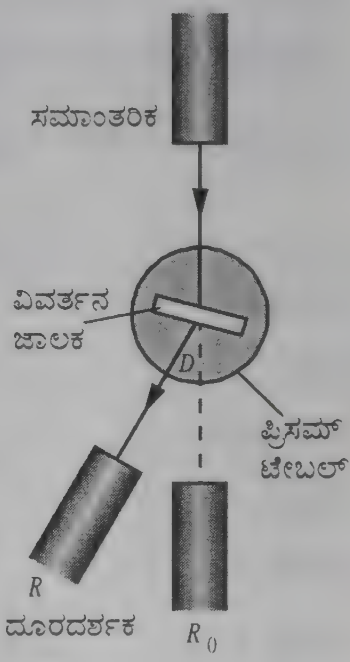
೪. ವಿವರ್ತನ ಜಾಲಕ (*Grating*)

ಉದ್ದೇಶ ವಿವರ್ತನ ಜಾಲಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ (*spectral lines*) ತರಂಗ ದೂರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಪಾದರಸದ ಆವಿಯ ದೀಪ (*Mercucy Vapour lamp*) ರಸಮಟ್ಟ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ, ಜಾಲಕ

ತತ್ವ

ಫ್ರಾನ್‌ಹಾವರ್ ವಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿವರ್ತನ ಜಾಲಕದ ಮೇಲೆ ಪತನಗೊಳಿಸಿ ಪಡೆಯುವ ರೋಹಿತದಿಂದ ತರಂಗಾಂತರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಗಲದ ಪಾರದರ್ಶದ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ 2360 ಸಮಾಂತರ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಎಳೆದು ಮಾಡಿದ ಸಾಧನವಿದು. ಗೆರೆ ಎಳೆದ ಜಾಗ ಅಪಾರಕವಾಗಿದ್ದು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಎರಡು ಗೆರೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಸೀಳುಗಂಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಜಾಲಕವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಶ್ರಗದಂತೆ ರೋಹಿತವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿ N ಗೆರೆಗಳಿದ್ದರೆ, ಸೀಳುಗಂಡಿಯ ಅಗಲವನ್ನು ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ನಿಯತಾಂಕ (C) ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ $C = 1/N$ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಬೆಳಕಿನ ವಿವರ್ತನಕೋನ (D) ಅಳೆಯಬಹುದು. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ $\lambda = 2C \sin D/2$.



ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಮೂಲ ಅಳವಡಿಕೆ

1. ಸಮಾಂತರಿಕ (*Collimator*) ವು ಕಿರಿದಾದ ಸಮಾಂತರ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ನೀಡುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸುವುದು.
2. ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿರುವ ನೇತ್ರಕದಲ್ಲಿರುವ ಅಡ್ಡತಂತಿಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು.
3. ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ದೂರದ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಸಂಗಮಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ತನ್ಮೂಲಕ ಅದು ಸಮಾಂತರ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು.

4. ರಸಮಟ್ಟ ಉಪಯೋಗಿಸಕೊಂಡು ಜಾಲಕ ಮೇಜನ್ನು ಮಟ್ಟಸ ಮಾಡುವುದು.

ಸಮಾಂತರಿಕ ಸೀಳುಗಂಡಿಯನ್ನು ಒಂದು ಪಾದರಸ ಆವಿಯ ದೀಪದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಜಾಲಕವನ್ನು ನೆಟ್ಟಗೆ ಅದರ ಗೆರೆಗಳು ಸೀಳುಗಂಡಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಜಾಲಕ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಭದ್ರಪಡಿಸಬೇಕು.

ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಹೇಗೆ ಅಳವಡಿಸಬೇಕೆಂದರೆ ಸಮಾಂತರಿಕದಿಂದ ಬರುವ ನೇರ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ದೂರದರ್ಶಕದ ಅಡ್ಡತಂತಿಯ ಛೇದದ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಲೀನವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿ ರೀಡಿಂಗ್ R_0 ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ತದನಂತರ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಮೊದಲನೇ ಗಣದ (*order*) ಹಸುರುರೇಖೆಯ ಗರಿಷ್ಠಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ರೀಡಿಂಗ್ R ಪಡೆಯಬೇಕು. ಇದೇ ರೀತಿ ಉಳಿದ ರೋಹಿತರೇಖೆಗಳಿಗೂ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು.

ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬಹುದು.

ಕಿರಣಗಳು	ನೇರ ರೀಡಿಂಗ್ R_0	ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟದಲ್ಲಿ R ರೀಡಿಂಗ್	ಕನಿಷ್ಠ ಬಾಗುವಿಕೆ $D = R \sim R_0$
ಊದಾ			
ನೀಲಿ			
ನೀಲಿ ಹಸುರು			
ಹಸುರು			
ಹಳದಿ 1			
ಹಳದಿ 2			

ಹಸುರು ರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರವನ್ನು 5461×10^{-10}m ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಗ್ರೇಟಿಂಗ್ ನಿಯತಾಂಕ C ಯನ್ನು ಈ ಕೆಳಸೂತ್ರದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.

$$C = \frac{\lambda_g}{2} \times \frac{1}{\sin(D_g/2)} \quad \text{(ಮೊದಲನೇ ಗಣಕ್ಕೆ)}$$

C - ನ ಬೆಲೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.

$$\lambda = 2C\sin\left(\frac{D}{2}\right)$$

ಫಲಿತಾಂಶ : ಹಳದಿರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರ = ...

ನೀಲಿರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರ = ...

೫. ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್

ಉದ್ದೇಶ ಲೋರಾನ (*Laurent's*) ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್‌ನಿಂದ ಸಕ್ಕರೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು : ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್, ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರು, ಸಕ್ಕರೆ, ಏಕವರ್ಣ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲ.

ತತ್ವ

ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ ಅದರ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಸಮತಲವನ್ನು ದ್ರಾವಣವು ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ದ್ಯುತಿಕ್ರಿಯಾಶೀಲತೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೀಗೆ ತಿರುಗಿಸಿದ ಕೋನ (θ) ವು ದ್ರಾವಣದ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಸಾರಕ್ಕೆ ನೇರಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

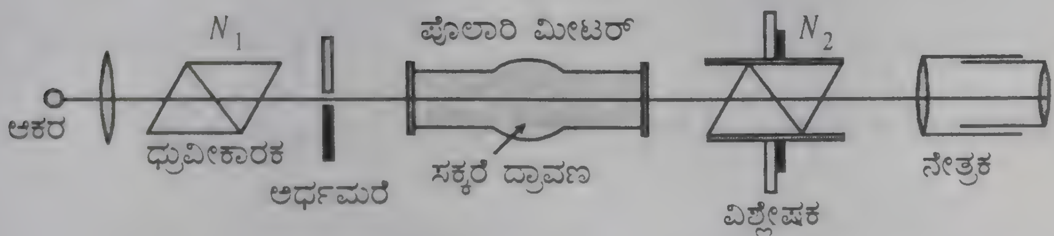
ಅಂದರೆ, $\theta \propto \ell c$

$$= S\ell c$$

ಇಲ್ಲಿ S, ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ. ಇದರ ಬೆಲೆ ದ್ರಾವಣದ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ

$$S = \theta / lc .... rad - m^2 kg^{-1}$$

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ



ಸೋಡಿಯಮ್ ದೀಪದಿಂದ ಪಡೆದ ಸಮಾಂತರ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಾವಳಿಗಳನ್ನು ನಿಕಲ್‌ಪಟ್ಟಕ N_1 ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಸಮತಲ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕು (*plane polarised light*) ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳಕು ಅರ್ಧಮರೆ (*half shade*) ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿರುವ ಕೊಳವೆ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ವಿಶ್ಲೇಷಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಮತ್ತೊಂದು ನಿಕಲ್ N_2 ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಅಂತಿಮವಾಗಿ ನೇತ್ರಕದ ಮೂಲಕ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ನಿಕಲ್ N_2ಗೆ V_1 & V_2 ಎಂಬ ವರ್ನಿಯರ್ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿರುವ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ 'S' ನಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಣ ಕೋನ ಅಳತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅರ್ಧ ಮರೆಯ ಉಪಯೋಗವು ಉಪಕರಣದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯನ್ನು

ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್ T ನಲ್ಲಿ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರು ತುಂಬಿದ್ದಾಗ ಅರ್ಧಮರೆಯ ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳೂ ಒಂದೇ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆ ತೋರುವ ಹಾಗೆ ವಿಶ್ಲೇಷಕ N_2 ವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಆಗ N_2 ನ ರೀಡಿಂಗ್ R_1 ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. 2ಗ್ರಾಂ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು 100 ಮಿ.ಲೀ. ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಅನೇಕ ಸಾರಿ ಶೋಧಿಸಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಕಶ್ಮಲಗಳು ನಿವಾರಣೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈಗ ಪೋಲಾರಿಮೀಟರ್‌ಗೆ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ತುಂಬಿ ಪ್ರಯೋಗ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿ N_2 ವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಎರಡನೇ ರೀಡಿಂಗ್ R_2 ವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. $R_2 \sim R_1$ ಭ್ರಮಣಕೋನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಕೊಳವೆಯ ಉದ್ದ ℓ ಅನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ದ್ರಾವಣದ ಸಾರತೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಬೇಕು.

ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

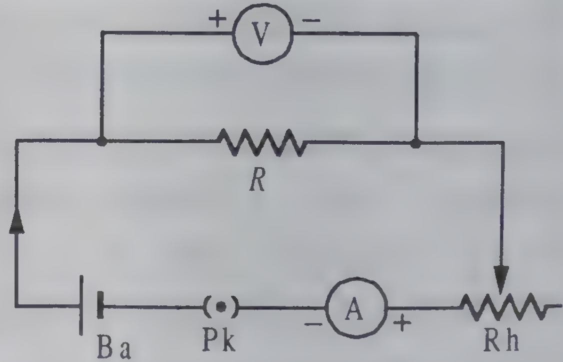
ಪ್ರಯತ್ನ	$C\left(kgm^{-3}\right)$	R_1	R_2	$R_1 \sim R_2 = \theta$	$S = \dfrac{\theta}{\ell C}$
1					
2					
3					
4					
5					

ಮಾಧ್ಯ $(S) = \ rad - m^2 kg^{-1}$

ಫಲಿತಾಂಶ : ಸಕ್ಕರೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ = ... $rad - m^2 kg^{-1}$

೬. ಓಮ್ ನಿಯಮ

ಉದ್ದೇಶ ಓಮ್ ನಿಯಮ ಮತ್ತು ರೋಧಗಳ ಜೋಡಣೆ ನಿಯಮಗಳ ಸಮರ್ಥನೆ.



ಉಪಕರಣಗಳು : ವಿವಿಧ ಬೆಲೆಗಳ ಪ್ರಮಾಣಕ ರೋಧಗಳು, ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ, ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್, ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲ ರಚಿಸಬೇಕು. ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ (*Ba*) ಆಮ್ಮೀಟರ್ (*A*), ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ (*Rh*) ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣಕ (*standard*) ರೋಧ (*R*) ವನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್‌ಮಾಪಕವನ್ನು (*V*) ರೋಧಕಕ್ಕೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕು.

ಓಮ್ ನಿಯಮ ತಾಳೆ ನೋಡುವುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ ಅನ್ನು I ಎಂತಲೂ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ ಅನ್ನು *V* ಎಂತಲೂ ಗುರುತುಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಪ್ರತಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲೀ $\frac{V}{I}$ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಈ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಬೆಲೆಯು ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದ ರೋಧದ ಬೆಲೆಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಾಳೆ ನೋಡಿದ ಹಾಗಾಗುತ್ತದೆ.

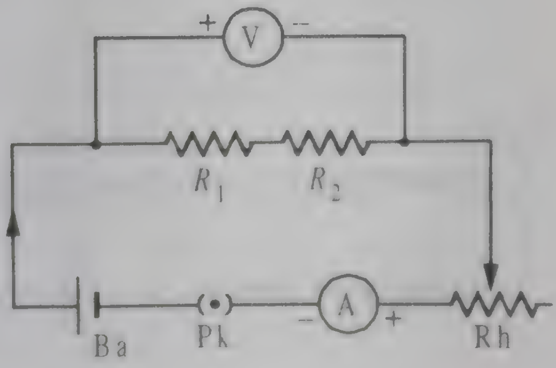
ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬೇಕು.

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ *V* (ವೋಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ)	ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ *V* (ಆಂಪೇರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ)	$\frac{V}{I}$
1			
2			
3			
4			
5			

ಫಲಿತಾಂಶ : $\frac{V}{I}$ ಬೆಲೆ ನಿಯತವಾಗಿರುವುದು ಓಮ್ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಥನೆ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ರೋಧಗಳ ಬಂಧಗಳ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಾಳೆ ನೋಡುವುದು.

ಶ್ರೇಣೀಬಂಧ ನಿಯಮ



ಪ್ರಮಾಣಕ ರೋಧ *R* ನಲ್ಲಿ 2 ವಿವಿಧ ಬೆಲೆಯ ಪ್ರಮಾಣಕ ರೋಧಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕು. ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮೇಲಿನಂತೆಯೇ

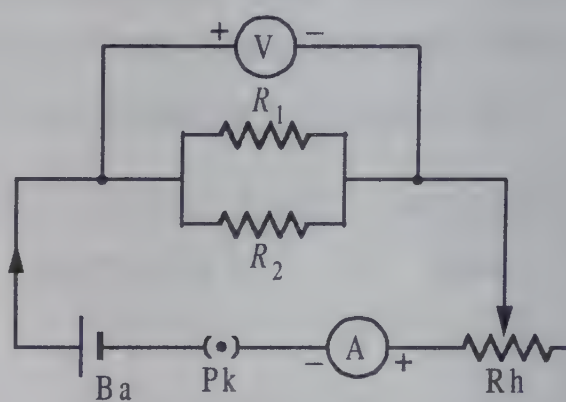
ಮಾಡಿ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬಹುದು.

ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಏಳನೇ ಕಾಲಂನ ಬೆಲೆಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು ಶ್ರೇಣಿಬಂಧ ನಿಯಮವನ್ನು

ಪ್ರ. ಸಂ.	R_1 Ω ನಲ್ಲಿ	R_2 Ω ನಲ್ಲಿ	$R_1 + R_2 = R$ Ω ನಲ್ಲಿ	ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ V (ವೋಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ)	ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ I (ಆಂಪೇರ್‌ನಲ್ಲಿ)	$\frac{V}{I}\Omega$
1						
2						
3						
4						
5						

ತಾಳೆ ನೋಡಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಶಾಖಾಬಂಧ ಜೋಡಣೆ



ಪ್ರವಾಹಣಕ ರೋಧಗಳನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಜೋಡಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಅಂಕಣದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸುವುದು.

ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಏಳನೇ ಕಾಲಂನ ಬೆಲೆಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು ಶಾಖಾಬಂಧ ನಿಯಮವನ್ನು ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರ. ಸಂ.	R_1 Ω ನಲ್ಲಿ	R_2 Ω ನಲ್ಲಿ	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\Omega$	ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ V (ವೋಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ)	ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ 1 (ಆಂಪೇರ್‌ನಲ್ಲಿ)	$\frac{V}{1}\Omega$
1						
2						
3						
4						
5						

ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಶತ ದೋಷ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ

ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ $R = \frac{V}{I}$ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ

ಅಳತೆ ಮಾಡಿರುವುದು V ಮತ್ತು I ಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ. ಬಳಸಿದ ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಸ್ಕೇಲುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿಕಡಿಮೆ ಅಳೆಯಬಹುದಾದ ಬೆಲೆಯನ್ನು δV ಮತ್ತು δI ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ,

$$\frac{\delta R}{R}=\frac{\delta V}{V}+\frac{\delta I}{I}$$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಶತ ದೋಷ : $\left(\frac{\delta R}{R}\right)\times 100$

ಅಭ್ಯಾಸ

1. (*a*) ಓಮ್ ನಿಯಮವನ್ನು ತಾಳೆನೋಡುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ನಿಯಮವನ್ನು ತಾಳೆನೋಡಿ.

ಪ್ರಯತ್ನ	.V (Volt)	I (amp)
1	2	0.8
2	2.5	1.0
3	2.8	1.12

(*b*) ಶ್ರೇಣಿಬಂಧ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ, ನಿಯಮವನ್ನು ತಾಳೆ ನೋಡಿ.

ಪ್ರಯತ್ನ	$R_1\,\Omega$	$R_2\,\Omega$	V (Volt)	I (amp)
1	1	2	3	1
2	2	4	6.5	1.08
3	3	5	7.2	0.91

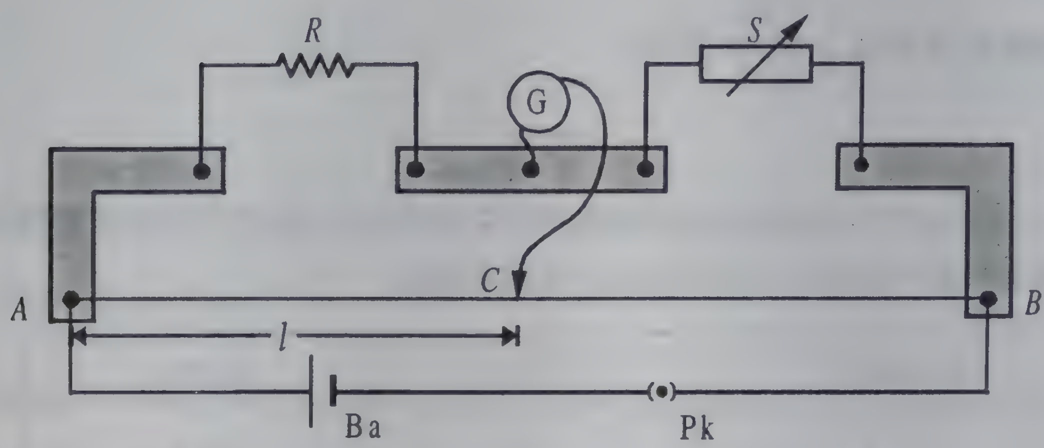
(*c*) ಶಾಖಾಬಂಧ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ, ನಿಯಮವನ್ನು ತಾಳೆ ನೋಡಿ.

ಪ್ರಯತ್ನ	$R_1\,\Omega$	$R_2\,\Omega$	V (Volt)	I (amp)
1	4	6	1.5	0.63
2	5	7	2.1	0.72
3	6	8	3	0.87

೭. ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಜ್

ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ವಾಹಕದ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧವನ್ನು ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್, ಕೊಟ್ಟಿರುವ ತಂತಿ, ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್, ಮೀಟರ್ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿ



ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲ ರಚಿಸಬೇಕು. ಯಾವ ತಂತಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೋ ಅದನ್ನು ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್‌ನ ಎಡಸಂದಿಯಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣಕ ರೋಧಗಳಿರುವ ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಬಲಗಡೆಸಂದಿಯಲ್ಲೂ ಸೇರಿಸಬೇಕು. ಲೆಕ್ಲಾಂಚಿಕೋಶದ (+) ಅನ್ನು A ಗೂ (–) ಅನ್ನು B ಗೂ ಸೇರಿಸಬೇಕು. R ಮತ್ತು S ನಡುವಿನ ತಿರುಪಿಗೆ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ಯಾಲ್ವಾನೋಮಾಪಕ ಮತ್ತು ಸ್ಪರ್ಶವನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕು.

S ನಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ರೋಧವನ್ನು ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿ, ಸ್ಪರ್ಶವನ್ನು AB ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಜಾರಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ C ನಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ ಶೂನ್ಯ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. A ಯಿಂದ C ಗೆ ತೋಲನ ಉದ್ದ ℓ ಅನ್ನು ಕೆಳಗಡೆ ಇರುವ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಅಳತೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ತಂತಿಯ ರೋಧ $R = \frac{s\ell}{(1-\ell)}$ ಆಗುತ್ತದೆ.

S ನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೋಧಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿ ಪ್ರತಿಬಾರಿಯೂ R ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬೇಕು.

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	S Ω ನಲ್ಲಿ	ℓ m ನಲ್ಲಿ	$(1-\ell)$ m ನಲ್ಲಿ	$R=\frac{s\ell}{(1-\ell)}\Omega$
1				
2				
3				
4				
5				

ಮಾಧ್ಯ $R = \ldots\ldots\ldots\Omega$

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ತಿರುಪುಮಾಪಕದ ಪಿಚ್, ಕನಿಷ್ಠ ಅಳತೆ ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ತಂತಿಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ವ್ಯಾಸದ ಅಳತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಅವುಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ನಮೂದಿಸಬಹುದು.

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	ಪಿಚ್ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿ ರೀಡಿಂಗ್ PSR (mm)	ಶಿರ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿ ರೀಡಿಂಗ್ HSR	ವ್ಯಾಸ = PSR+(HSR ± ZE)LC ....(mm)
1			
2			
3			

ಮಾಧ್ಯ $(d) = \ldots\ldots\ldots$ ಮೀ

ತಂತಿಯನ್ನು ಎಳೆದು ನೆಟ್ಟಗೆಮಾಡಿ ಅದರ ಉದ್ದ L ಅನ್ನು ಮೀಟರ್ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

$$\text{ವಿಶಿಷ್ಟ ರೋಧ } \sigma = \frac{R.\pi d^2}{4L}\Omega m$$

ಫಲಿತಾಂಶ : ವಾಹಕದ ವಿಶಿಷ್ಟರೋಧ = ... Ωm

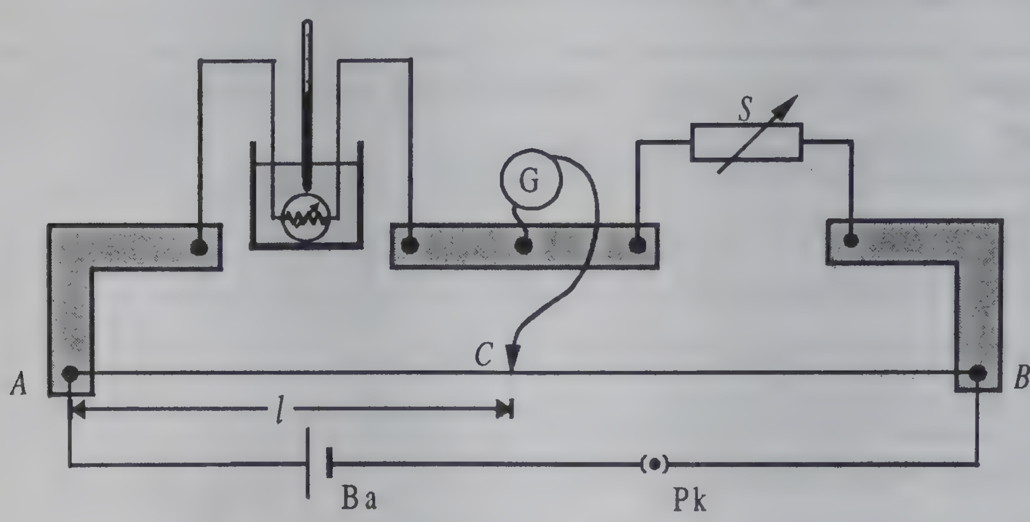
೮. ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್

ಉದ್ದೇಶ ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್, ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್, ಲೆಕ್ಲಾಂಚಿ ಕೋಶ, ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆ, ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕ

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಮೀಟರ್‌ಬ್ರಿಜ್‌ನ ಎಡಸಂದಿಯಲ್ಲಿ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಒಂದು ಕಾಯ್ದ ನೀರಿನ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಪ್ರತಿ $5°C$ ಗೆ ಒಂದು ಸಾರಿ ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಜ್‌ನಲ್ಲಿ ರೋಧ ಕಂಡುಹಿಡಿದು ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸುವುದು.



ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರನ್ನು ಬಿಸಿನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ನೀರಿರುವ ಬೀಕರ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಲಕುವಕಡ್ಡಿ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಇಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಬೀಕರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ್ನು ಮೀಟರ್ ಬ್ರಿಜ್‌ನ ಎಡಸಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ಉಳಿದ ಪ್ರಯೋಗವು ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮಾಡುವ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿವರದಂತಿರುತ್ತದೆ. ಬೀಕರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಆರುತ್ತಾಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ರೋಧವನ್ನು ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಲೆಕ್ಕಹಾಕುವುದು. ಬಂದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸುವುದು.

ಮುಂದಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಜೊತೆ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	ಉಷ್ಣತೆ °C ನಲ್ಲಿ	$T = (t + 273)$ K	S ನಲ್ಲಿ ರೋಧ Ω ನಲ್ಲಿ	ತೋಲನ ಉದ್ದ ℓ m ನಲ್ಲಿ	$(1 - \ell)$ m ನಲ್ಲಿ	$R = \frac{S\ell}{(1-\ell)} ...\Omega$
1	80					
2	70					
3	60					
4	50					
5	40					

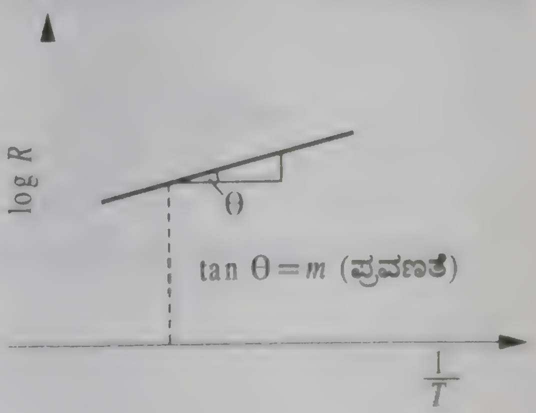
ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿ ಪ್ರತಿಬಾರಿಯೂ α ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಬೆಲೆ ಲೆಕ್ಕಹಾಕುವುದು.

ವಿವಿಧ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಪಡೆದ ರೋಧದ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ರೋಧ - ಉಷ್ಣತೆ ನಕ್ಷೆ ಎಳೆದು ಆ ನಕ್ಷೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ α ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	ಉಷ್ಣತೆ °C ನಲ್ಲಿ	ಉಷ್ಣತೆ Kನಲ್ಲಿ	ರೋಧ R Ωನಲ್ಲಿ	log R	1/T
1					
2					
3					
4					
5					

$$\alpha = 2.303 \frac{[\log R_1 - \log R_2]}{T_1 - T_2} / K$$ ಗೆ

ಆದೇಶಿಸಿದರೆ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ ಉಷ್ಣತಾ ಗುಣಾಂಕ ಬರುತ್ತದೆ. ನಂತರ $\log R$ ವಿರುದ್ಧ $1/T$ ಬೆಲೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದು ನಕ್ಷೆ ಎಳೆಯಬೇಕು. ಅದರ ಪ್ರವಣತೆ (slope) ಕಂಡು ಹಿಡಿದು, ಅದರಿಂದ



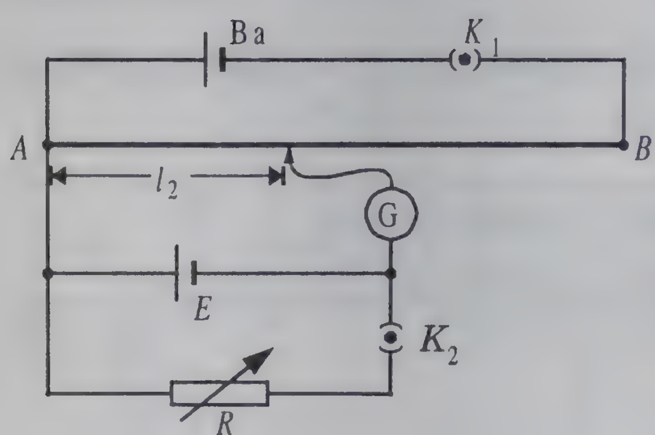
$$\alpha = \frac{-2.303\times \text{ಪ್ರವಣತೆ}}{T^2}$$ / K ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಫಲಿತಾಂಕ : ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ನ ಉಷ್ಣತಾಗುಣಾಂಕ = ... /K

೯. ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಾಮೀಟರ್

ಉದ್ದೇಶ ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಾಮೀಟರ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕರೋಧ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಾಮೀಟರ್, ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ, ಬ್ಯಾಟರಿ, ಗ್ಯಾಲ್ವಾನೋಮಾಪಕ, ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಮತ್ತು ಸ್ಪರ್ಶಕ



ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕರೋಧ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ದ್ವಿತೀಯಕ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಕ್ಕೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆ (R) ಮತ್ತು ಪ್ಲಗ್‌ಕೀ (K_2) ಯನ್ನು ಸೇರಿಸಬೇಕು.

K_2 ಕೀ ತೆಗೆದಿದ್ದಾಗ ತೋಲನ ಉದ್ದ l_1 ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ K_2 ಕೀ ಹಾಕಿ ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ರೋಧ R ಸೇರಿಸಿ ಪುನಃ ತೋಲನ ಉದ್ದ l_2 ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. R ಬೆಲೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಪ್ರಯೋಗ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಬೇಕು.

$$r = R\left\{\frac{\ell_1 - \ell_2}{\ell_2}\right\}$$

ನಂತರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬೇಕು.

ಪ್ರಯತ್ನ	$\ell_1 (cm)$	$R\Omega$	$\ell_2 (cm)$	$r = R\left[\frac{\ell_1}{\ell_2} - 1\right]\Omega$
1				
2				
3				
4				
5				

(r) ಮಾಧ್ಯ = ... Ω

ಫಲಿತಾಂಶ : ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ಆಂತರಿಕ ರೋಧ $(r) = ... \Omega$

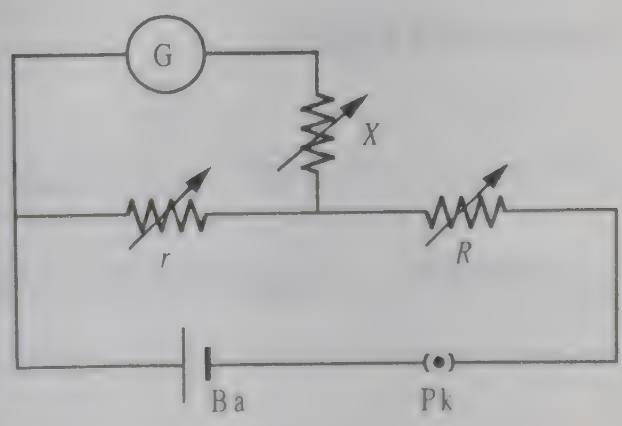
೧೦. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ

ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ಸೂಚಕ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು 2 ವೋಲ್ಟ್ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ, ಗ್ಯಾಲ್ವೋನೋಮಾಪಕ ಭಿನ್ನಾಂಕ ರೋಧಪೆಟ್ಟಿಗೆ (r) $(0 - 5\Omega)$ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಯ ರೋಧ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ R_1 $(0 - 5000\Omega)$, ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಯ ರೋಧ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ $(0 - 500\Omega)$, ಏಕಮಾರ್ಗ ಕೀ.

ಸೂತ್ರ : $\frac{I}{\theta} = \frac{Er}{\{Gr + R(G + r)\theta\}}$

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ



ನೇರವಿದ್ಯುತ್ (DC) ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದಿಂದ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಕೋಶದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾಲಕ ಬಲ E ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಒಟ್ಟು ವಿಭಾಗಗಳು θ_0 ಆಗಿರಲಿ. $X = 0$ ಮಾಡಿ r ನಲ್ಲಿ $0.2\ \Omega$ ಸೇರಿಸಬೇಕು. Rನಲ್ಲಿ $500\ \Omega$

ಇರುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಕೀ k ಒತ್ತಬೇಕು. R ಅನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಿ ಅತಿಹೆಚ್ಚು ಸಮಸಂಖ್ಯೆ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ (ಉದಾ : 18) ಬರುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬೇಕು. R r ಮತ್ತು θ ಬೆಲೆ ಗುರುತು ಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಈಗ X ನಲ್ಲಿ ರೋಧ ಹೆಚ್ಚು ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋಗಬೇಕು. ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ ಮೊದಲಿನದರ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ (9ಕ್ಕೆ) ಇಳಿಯುವಂತೆ X ಬೆಲೆ ಇರಬೇಕು.

ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮೊದಲಿನ ರೀತಿಯೇ $X = 0$ ಮಾಡಿ R ಸ್ವಲ್ಪ ಜಾಸ್ತಿ ಮಾಡಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆಯನ್ನು ಬದಲಿಸಬೇಕು. ಮತ್ತೆ X ಮತ್ತು ರೋಧ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. X ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ರೋಧ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಅನೇಕಬಾರಿ ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ ಸರಾಸರಿ X ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕು.

ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ ಬಲ E = ... V

ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಒಟ್ಟು ವಿಭಾಗಗಳು = θ_0 =

ಕ್ರ.ಸಂ.	r ನಲ್ಲಿ ರೋಧ Ω ನಲ್ಲಿ	R ನಲ್ಲಿ ರೋಧ Ω ನಲ್ಲಿ	ಗರಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ	ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ ಅರ್ಧ ಆಗಲು X ನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದ ರೋಧ Ω ನಲ್ಲಿ	ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ರೋಧ $X = G$
1					
2					
3					
4					
5					

$\frac{I}{\theta}$ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, $X = 0$ ಆಗಿದ್ದಾಗ r ಮತ್ತು R ಬೆಲೆಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವ θ ಅನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

$$\frac{I}{\theta} = \frac{Er}{\{Gr + R(G + r)\theta\}} .....A/div$$

ಫಲಿತಾಂಶ : ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ..... A/div

೧೧. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕವನ್ನು ವಿಭವಮಾಪಕವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು

ಉದ್ದೇಶ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಒಂದು ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕವನ್ನು ವಿಭವಮಾಪಕವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಚಯ ಕೋಶ (2V), ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕ, ಏಕಮಾರ್ಗ ಕೀ, ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್, ಗ್ಯಾಲ್ವಾನೋಮಾಪಕ ಮತ್ತು ರೋಧ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ

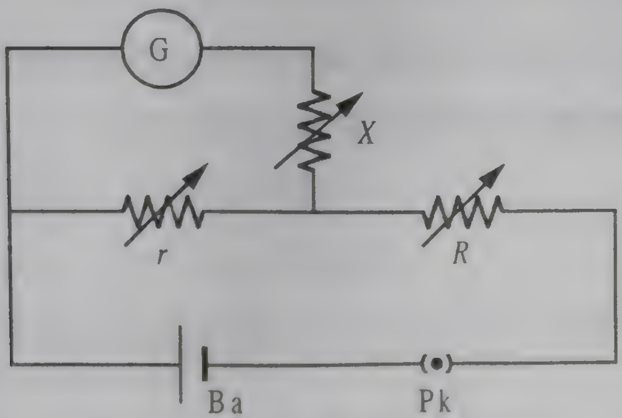
ತತ್ತ್ವ

ಗ್ಯಾಲ್ವಾನೋಮೀಟರ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ರೋಧವನ್ನು ಜೋಡಿಸಬೇಕು. ರೋಧದ ಬೆಲೆ ಅಳೆಯಬೇಕಾಗಿರುವ ವಿಭವದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಸೂತ್ರ

$$R = \frac{V}{1_g} - G \qquad \ldots (1)$$

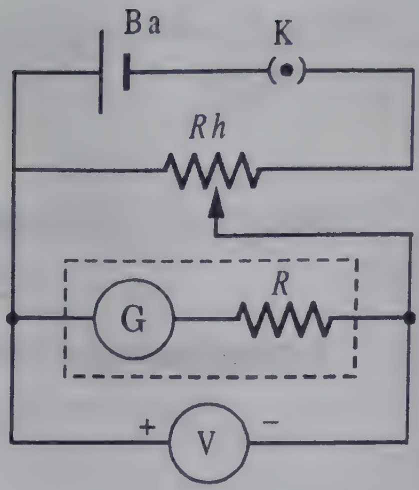
ಇದರಲ್ಲಿ V = ವಿಭವ, G = ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ರೋಧ, I_g = ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ನ ಸೂಚಿ N ನಷ್ಟು ಚಲಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಕರೆಂಟ್ $I_g = Nk\ amp$.



ಪ್ರಯೋಗ 8ರಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ G ಬೆಲೆಯನ್ನು ಮತ್ತು k- ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 2V ಅಳೆಯುವಂತಹ ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಅಗತ್ಯವಾದಲ್ಲಿ,

ಸೂತ್ರ (1) ರಲ್ಲಿ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಆದೇಶಿಸಿ R ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. G ಮತ್ತು R ಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, 2V ಅಳೆಯಬಲ್ಲ ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ



ಪರಿವರ್ತಿಸಿರುವ ವೋಲ್ಟ್‌ಮಾಪಕವನ್ನು ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್‌ವಮಾಪಕದ ಜೊತೆ ಹೋಲಿಸಬೇಕು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಮಂಡಲ ರಚಿಸಿ ಪ್ರಮಾಣಕ ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಮೇಲೆ ಜಾರಕವನ್ನು ಜಾರಿಸುತ್ತ ವಿವಿಧ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮಾಣಕ ವೋಲ್ಟ್‌ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಪರಿವರ್ತಿಸಿರುವ ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಬೇಕು.

ಕ್ರಮ ಸಂಖ್ಯೆ	ಪ್ರಮಾಣಕ ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ V_s	ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್		ವ್ಯತ್ಯಾಸ $(V_s \sim V_e)$ (ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ)
		ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ	ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (V_e)	
1				
2				
3				
4				
5				

ಫಲಿತಾಂಶ : $(V_s \sim V_e)$ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲಾಗಿದೆ.

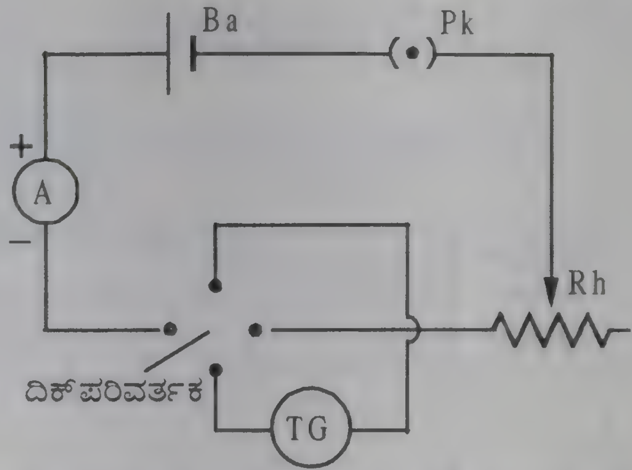
೧೨. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ

ಉದ್ದೇಶ ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವಾನೋಮಾಪಕದ ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ B_H ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಆಮ್ಮೀಟರ್, ಸ್ಪರ್ಶಕಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕ, ದಿಕ್‌ಪರಿವರ್ತಕ, ಬ್ಯಾಟರಿ ಮತ್ತು ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್.

ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಅಳವಡಿಕೆಗಳು

1. ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ಮಟ್ಟ ಮಾಡುವ ತಿರುಪುಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜೀಯವಾಗಿಡುವುದು.
2. ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಭೂಕಾಂತದ ಅಕ್ಷ ಎಳೆಯುವುದು.
3. ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದ ತಂತಿಸುರುಳಿ ಭೂಕಾಂತೀಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು.



4. ದಿಕ್ಸೂಚಿ (ಕಾಂಪಾಸ್) ಪೆಟ್ಟಿಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಅದರ ಸೂಚಕ 0°0° ತೋರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು.

ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವಹಾಗೆ ಮಾಡಿ, ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆಯು 30° ಯಿಂದ 60° ಒಳಗೆ ಇರುವ ಹಾಗೆ ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಅಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ ಅನ್ನು I ಎಂದು ಗುರುತುಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಸೂಚಕದ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು θ_1 ಮತ್ತು θ_2 ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ದಿಕ್‌ಪರಿವರ್ತಕದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಪುನಃ ಸೂಚಕದ ತುದಿಗಳ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು θ_3 ಮತ್ತು θ_4 ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈ ನಾಲ್ಕು ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳ ಸರಾಸರಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ θ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸುವುದು.

ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ B_H ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದು.

$$B_H = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi nk}{r} = \frac{\mu_0 nk}{2r}$$

n = ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಸುತ್ತುಗಳು, k = ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶ

$$\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$$

ಒಂದು ದಾರವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಸುರುಳಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿ ಅದರ ಪರಿಧಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದು. ಪರಿಧಿಯ ಬೆಲೆ ℓ ಮೀ. ಆಗಿರಲಿ. ಆಗ ಸುರುಳಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ

$r = \frac{\ell}{2\pi}$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

n, k, r ಬೆಲೆಗಳು ತಿಳಿದಿರುವುದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ B_H ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ I (amp)	ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆಗಳು				ಸರಾಸರಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟನೆ θ	$k = \frac{I}{\tan\theta}$ ....A
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		

ಮಾಧ್ಯ k = ...A

ಫಲಿತಾಂಶ : TG ಯ $k =$ .... A

$B_H =$ .... T

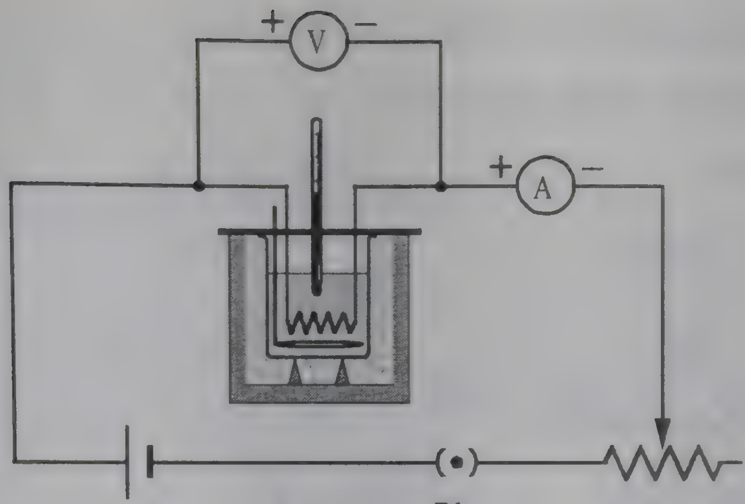
೧೩. ಜೌಲ್ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕ

ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದ್ರವದ (ನೀರು) ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಧಾನದಿಂದ ಜೌಲ್ ಕ್ಯಾಲೋರಿಮಾಪಕ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು ಜೌಲ್ ಕ್ಯಾಲೋರಿ ಮಾಪಕ (C), ಆಮ್ಮೀಟರ್ (A), ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ (V), ತಡೆಗಡಿಯಾರ, ಭೌತತ್ರಾಸು, ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಮತ್ತು ತೂಕದ ಬಟ್ಟುಗಳ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ

$$S = \frac{1}{m_w}\left\{\frac{V I t}{\left(\theta_2{}^1 - \theta_1\right)} - m_1 c\right\}$$

m_w = ನೀರಿನರಾಶಿ, C ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಬಳಸಿರುವ ಲೋಹದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ



ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ 6 ವೋಲ್ಟ್ ಬ್ಯಾಟರಿ, ಆಮ್ಮೀಟರ್, ಜೌಲ್ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕ, ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್‌ಗಳನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿ ವೋಲ್ಟ್‌ಮಾಪಕವನ್ನು ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕು. ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್‌ನ ತುದಿಗಳನ್ನು ಬ್ಯಾಟರಿಯ + ತುದಿಗೆ ಸೇರಿಸಬೇಕು.

ಒಂದು ಶುದ್ಧವಾದ, ಶುಷ್ಕವಾದ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕವನ್ನು ಕಲಕುವ ಕಡ್ಡಿಯ ಜೊತೆ ತೂಕಕ್ಕೆ ಹಾಕಿ ಅದರ ರಾಶಿ m_1 ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕದ ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುವಂತೆ ದ್ರವವನ್ನು ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕಕ್ಕೆ ತುಂಬಬೇಕು. ತದನಂತರ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕವನ್ನು ತೂಕಮಾಡಿದಾಗ ಅದರ ರಾಶಿ m_2 ಆಗಿರಲಿ. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕವನ್ನು ಅವಾಹಕದಿಂದ ಮುಚ್ಚಿ ಒಂದು ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಉಷ್ಣತೆ t_1°C ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕವನ್ನು ಒಂದು ಅವಾಹಕ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ತಡೆ ಗಡಿಯಾರ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ತಕ್ಷಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳು I ಮತ್ತು V ಆಗಿರಲಿ. ಸುಮಾರು ಉಷ್ಣತೆ 8°C ಏರಿದಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ನಿಲ್ಲುವ ಕಡೆ ಗಡಿಯಾರ ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕು. ತಡೆ ಗಡಿಯಾರದ ರೀಡಿಂಗ್ t ಸೆಕೆಂಡ್ಸ್ ಆಗಿರಲಿ. ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕವನ್ನು $t_1/2$ ಕಾಲಬಿಟ್ಟು ಅದರಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ಉಷ್ಣತೆ x ಎಂದು ಗುರುತುಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದು ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರದ ತಿದ್ದುಪಡಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್	=	I= .... A
ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್	=	V= V
ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿದ ಕಾಲ	=	t= .... s

ಖಾಲಿ ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕದ ತೂಕ = $m_1 = ...\ kg$

ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕ ಮತ್ತು ದ್ರವದ ತೂಕ = $m_2 = ...\ kg$

ದ್ರವದ ತೂಕ = $m_2 - m_1 = ...\ kg$

ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಉಷ್ಣತೆ = $\theta_1 °C = ...$

ಅಂತಿಮ ಉಷ್ಣತೆ = $\theta_2 °C = ...$

$t/2$ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆದ ಉಷ್ಣತೆ ಇಳಿಕೆ = $\times = ...$

∴ ಅಂತಿಮ ಉಷ್ಣತೆ = $\theta_2^1 = (\theta_2 + x)$

$$S = \frac{1}{m_w}\left[\frac{VIt}{\left(\theta_2^1 - \theta_1\right)} - m_1 C\right]$$

ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ C ಯು ಕ್ಯಾಲೊರಿಮಾಪಕದ ಲೋಹದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣವಾಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಪ್ರಮಾಣಕ ಬೆಲೆಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. S ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದ್ರವದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣವಾಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಉಳಿದ ಎಲ್ಲಾ ಬೆಲೆಗಳೂ ಗೊತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ತಾಮ್ರದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ = $386 J\ kg^{-1} k^{-1}$

ಫಲಿತಾಂಶ : ನೀರಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ = ... J/kg–K

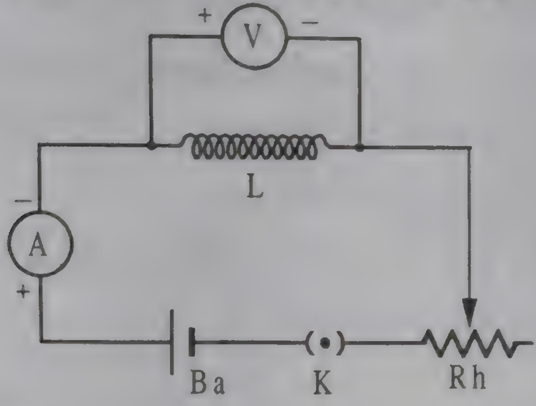
೧೪. ಸ್ವಪ್ರೇರಕತೆ (*Self Induction*)

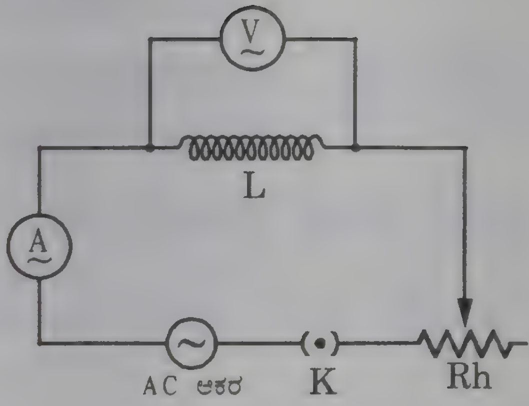
ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ನೇರವಿಧಾನದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು *AC/DC* ವಿದ್ಯುತ್ ಕೊಡುವ ಪವರ್‌ಪ್ಯಾಕ್, ಪ್ರೇರಕಸುರಳಿ, ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್, ಪ್ಲಗ್ ಕೀ, ತಂತಿಸುರುಳಿ, *AC/DC* ಆಮ್ಮೀಟರ್, *AC/DC* ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್. ವಿ.ಸೂ. : ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಅಳತೆ ಮೀಟರ್‌ಗಳನ್ನೂ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಬಳಸಬಹುದು.

ಸೂತ್ರ : $L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f}$

f = ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ ಆವೃತ್ತಿ = 50 Hz





ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಮಂಡಲ ರಚಿಸುವುದು. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರೇರಕ ಸುರಳಿಯನ್ನು ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ, ಕೀ, ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಮತ್ತು DC ಅಮ್ಮೀಟರ್ ಜೊತೆ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸುವುದು. DC ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಗೆ ಶಾಖಾಬಂಧದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುವುದು. ಕೀ ಹಾಕಿದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ರಿಯೋಸ್ಟಾಟ್ ಬಳಸಿ ಸೂಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬೇಕು. AC ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ವೋಲ್ಟ್‌ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ V ಅನ್ನೂ ಅಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ I ಅನ್ನೂ ದಾಖಲಿಸಿ $V/I = Z$ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. DC ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವಾಗ ಇದೇ ರೀತಿ $V/I = R$ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಪ್ರಯಾರ್ಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ ಆವೃತ್ತಿ f ಅನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿಕೊಂಡು ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ನಮೂದಿಸುವುದು.

ಪ್ರ.ಸಂ.	A.C			D.C			$L = \frac{\sqrt{z^2 - R^2}}{2xf}$
	V	I	$z = \frac{V}{I}\Omega$	V	I	$R = \frac{V}{I}\Omega$	

ಮಾಧ್ಯ $L = \ldots\ldots\ldots\ldots H$

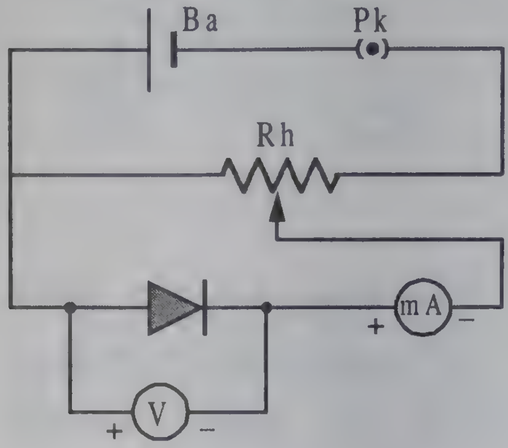
ಫಲಿತಾಂಶ : ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸುರುಳಿಯ ಸ್ವಪ್ರೇರಕತೆ = ... H

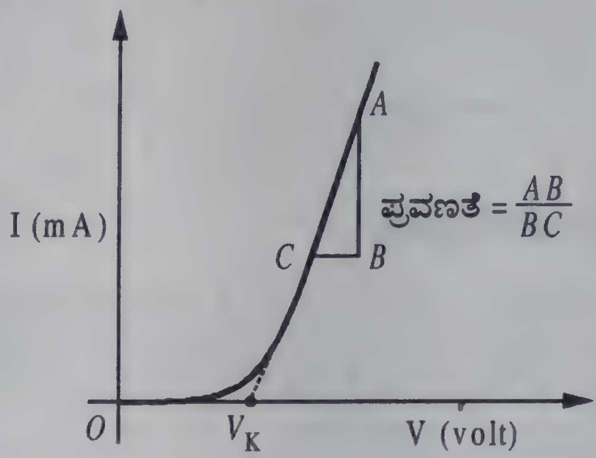
೧೫. ಪಿ.ಎನ್. ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್

ಉದ್ದೇಶ ಕೊಟ್ಟಿರುವ *p-n* ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್‌ನ ಲಾಕ್ಷಣಿಕ ವಕ್ರರೇಖೆ ಎಳೆದು ಅದರ ಮಂಡಿ ವಿಭವ ಮತ್ತು ರೋಧ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು *p-n* ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್, ವಿಭವ ವಿಭಾಜಕ, ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕ, ಸಂಪರ್ಕಿಸುವ ತಂತಿಗಳು, ಮಿಲಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್

ಮುನ್ನಡೆ ಪ್ರೇರಣೆ ಮಂಡಲ (*Forward biasing*)





ಪ್ರಯೋಗವಿಧಾನ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲ ರಚಿಸಬೇಕು. *p - n* ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್‌ನ *p*ಯು ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶದ ಧನಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದರೆ ಅದನ್ನು ಮುನ್ನಡೆ ಪ್ರೇರಣೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ವಿಭವ ವಿಭಾಜಕ (*Potential divider*) ದಿಂದ ವಿಭವವನ್ನು $0.05V$ ನಷ್ಟು ಏರಿಸುತ್ತಾಹೋಗಿ ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಮಿಲಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ರೀಡಿಂಗ್ ಅನ್ನು ಗುರುತು ಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ನಂತರ x ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ V ಅನ್ನೂ ಮತ್ತು y ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಕರೆಂಟ್ I ಅನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಲಾಕ್ಷಣಿಕ ವಕ್ರರೇಖೆ ಎಳೆಯಬೇಕು. ಈ ವಕ್ರರೇಖೆಯ ನೇರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಣತೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ ಈ ಪ್ರವಣತೆಯ ವಿಲೋಮವು ಡಯೋಡ್‌ನ ಮುನ್ನಡೆ ಪ್ರೇರಣೆ ರೋಧ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

$$r_{dc} = \frac{V}{I} \text{ ಮತ್ತು } r_{ac} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ದಾಖಲಿಸಬಹುದು.

ವೋಲ್ಟ್ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
mA ನ ರೀಡಿಂಗ್					

ಲಾಕ್ಷಣಿಕ ವಕ್ರರೇಖೆಯಿಂದ V_k (ಮಂಡಿ ವಿಭವ) ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು.

ಫಲಿತಾಂಶ : ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಡಯೋಡ್‌ನ ಮುನ್ನಡೆ ರೋಧ = ... Ω

ಮಂಡಿ ವಿಭವ = ... *V*

೧೬. ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳು

ಉದ್ದೇಶ *AND* ಮತ್ತು *OR* ದ್ವಾರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಅವುಗಳ ನಿಜತನ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದು.

ಉಪಕರಣಗಳು 5V *DC* ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ, DC ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್, 2 ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳು, ಅರೆವಾಹಕ ಡಯೋಡ್ ಮತ್ತು 220 Ω ಬೆಲೆಯ ರೋಧಕ

ವಿಧಾನ

ಮೊದಲಿಗೆ *AND* ದ್ವಾರವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ರಚನೆ ಮಾಡಿ ನಂತರ ಅದರ ನಿಜತನ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು.

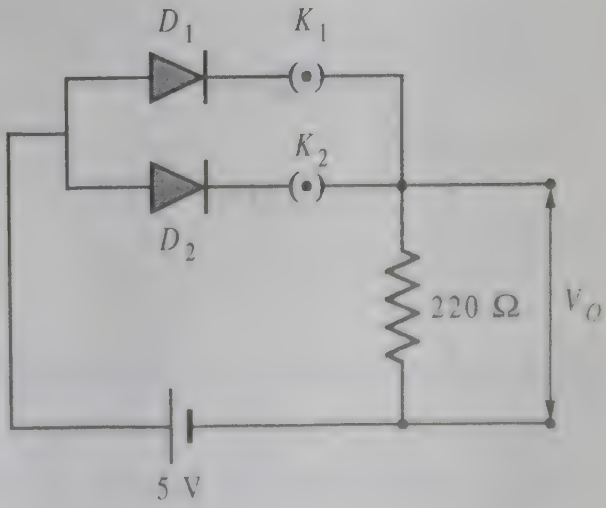


D_1 ಮತ್ತು D_2 ಡಯೋಡ್‌ಗಳು

K_1 ಮತ್ತು K_2 ಕೀ (ಸ್ವಿಚ್)ಗಳು

R ರೋಧಕ ಮತ್ತು *V* ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶದ ಸ್ವಿಚ್ ಹಾಕಿದ ನಂತರ K_1 ಮತ್ತು K_2 ಕೀ ಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದಾಗ ($A = 0$ ಮತ್ತು $B = 0$) ಆದಾಗ ವಿಭವಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ ಗುರುತು ಹಾರಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ನಂತರ *K* ಕೀ ತೆಗೆದು, K_2 ಕೀ ಒತ್ತಿದಾಗ ($A = 1$ ಮತ್ತು $B = 0$) ಆಗುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ಕೀ ತೆಗೆದಿರಿಸಿದಾಗ ($A = 1$ ಮತ್ತು $B = 1$) . K_1 ಕೀ ಒತ್ತಿ K_2 ಕೀ ತೆರೆದಿರಿಸಿದಾಗ ($A = 0$ ಮತ್ತು $B = 1$) ಆಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ವಿಭವ ಮಾಪಕದ ರೀಡಿಂಗ್ ಗುರುತು ಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು

AND ದ್ವಾರ

A	B	V_0	ತೀರ್ಮಾನ
0V	0V	0V	ನಿಮ್ನ
0V	5V	0V	ನಿಮ್ನ
5V	0V	0V	ನಿಮ್ನ
5V	5V	5V	ಉತ್ತಮ

ನಿಜತನ ಪಟ್ಟಿ

A	B	Y = A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ



ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸಿದ ನಂತರ *AND* ದ್ವಾರದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದಂತೆಯೇ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಬೇಕು.

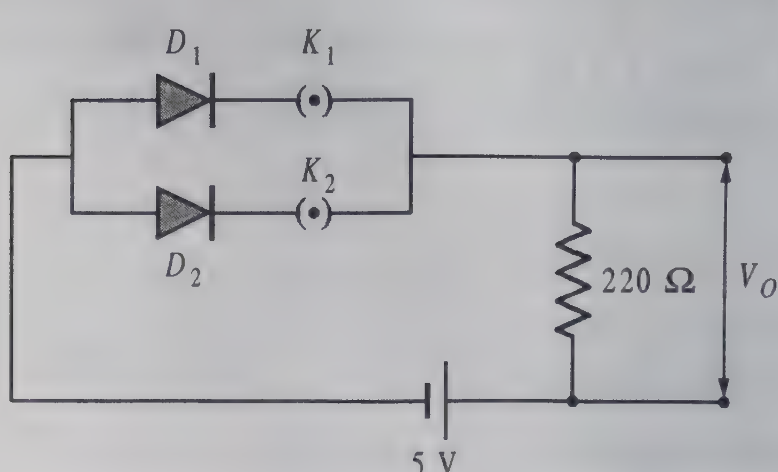
K_1 ಮತ್ತು K_2 ತೆರೆದಿರಿಸಿದಾಗ (A = 0 ಮತ್ತು B = 0)

K_1 ಕೀ ಒತ್ತಿ K_2 ತೆರೆದಿರಿಸಿದಾಗ (A = 0 ಮತ್ತು B = 1)

K_1 ತೆರೆದಿರಿಸಿ K_2 ಒತ್ತಿದಾಗ (A = 0 ಮತ್ತು B = 1)

ಎರಡು ಕೀ ಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿದಾಗ (A = 1 ಮತ್ತು B = 1)

ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಿಭವವನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು **ನಿಜತನ ಪಟ್ಟಿ**

AND ದ್ವಾರ

A	B	V_0	ತೀರ್ಮಾನ
0	0	0	ನಿಮ್ನ
0	5	5	ಉನ್ನತ
5	0	5	ಉನ್ನತ
5	5	5	ಉತ್ತಮ

A	B	Y = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ಫಲಿತಾಂಶ : *AND* ಮತ್ತು *OR* ತರ್ಕದ್ವಾರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಅವುಗಳ ನಿಜತನ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿದೆ.

೧೭. ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ವಿಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವಿಭವದಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು

ಉದ್ದೇಶ ಧಾರಕದ ಧಾರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಯುವುದು

ಉಪಕರಣಗಳು *DC* ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ, ತಡೆ ಗಡಿಯಾರ, ರೋಧಕ, ಧಾರಕ, ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್, ಮತ್ತು ಒತ್ತು ಕೀ ಗಳು.

ಪ್ರಯೋಗ ವಿನ್ಯಾಸ

ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸಿವುದು.

C - ಧಾರಕ

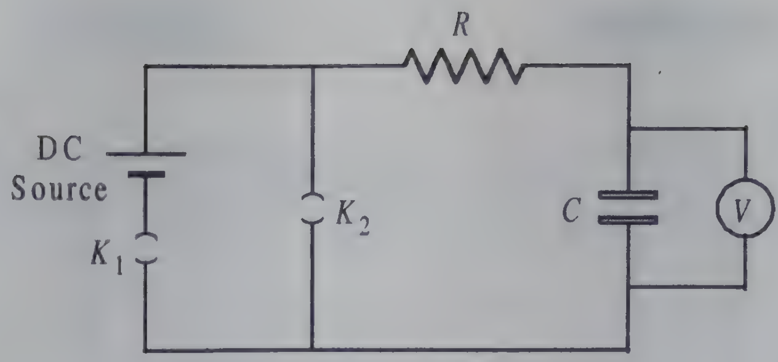
R - ರೋಧಕ (1mΩ)

V - ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್

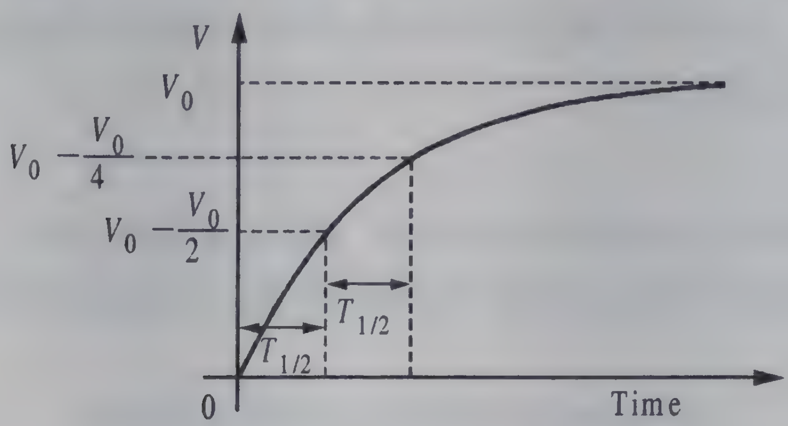
K_1 ಮತ್ತು K_2 ಕೀ ಗಳು

ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನ

K_2 ಕೀಯನ್ನು ತೆರೆದು, K_1 ಒತ್ತಿ, ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ತಡೆ ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ಚಾಲೂ ಮಾಡಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಧಾರಕವನ್ನು ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಭವವನ್ನು ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ನೆರವಿನಿಂದ ಪ್ರತಿ 30 ಸೆಕೆಂಡ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಗುರುತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



ನಂತರ x-ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಕಾಲ(t)ವನ್ನೂ, y ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ವಿಭವವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿ ನಕ್ಷೆ ಎಳೆಯಬೇಕು.



ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗಿನ ನಕ್ಷೆ

ಆವೇಶಗೊಳಿಸಿದಾಗಿನ $\left(T_{1/2}\right) = \dfrac{t_1 + t_2}{2}$

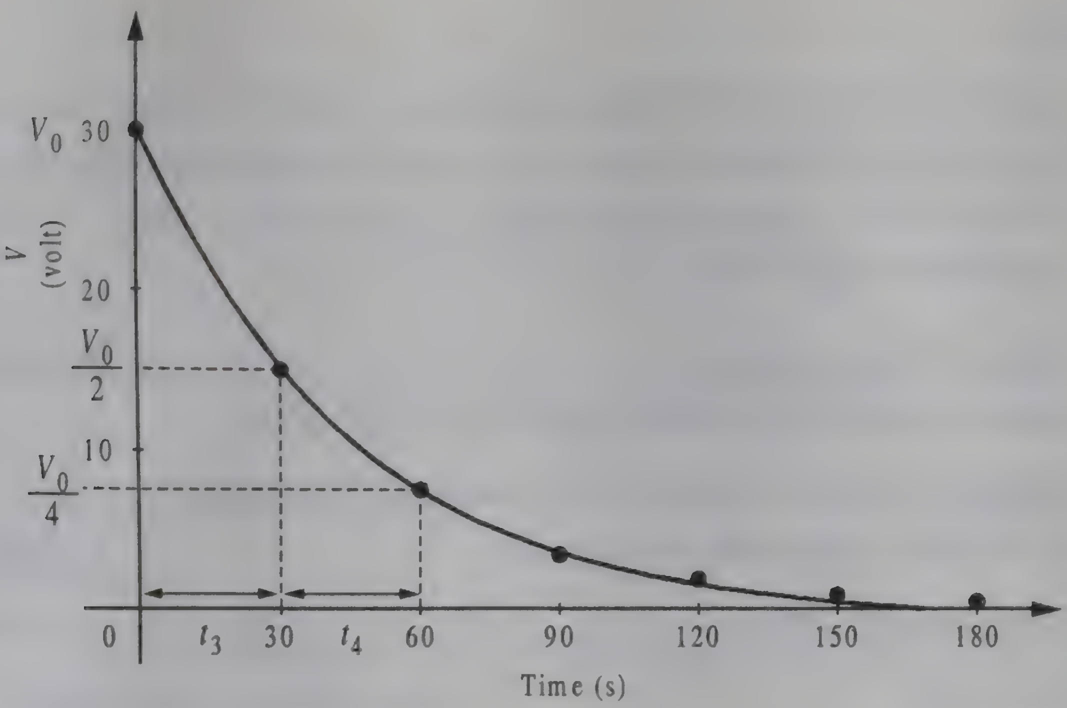
ಧಾರಕತೆ $C_1 = \dfrac{T_{1/2}}{0.693R}$......$F$

ನಂತರ ಆವೇಶವನ್ನು ರೋಧದ ಮೂಲಕ ವಿಸರ್ಜಿಸಲು K_1 ಕೀ ತೆಗೆದು K_2 ಒತ್ತಿ, ಹಿಂದಿನಂತೆ ಗಡಿಯಾರ ಚಾಲೂ ಮಾಡಿ, ವೋಲ್ಟ್ ಮೀಟರ್ ನೆರವಿನಿಂದ ಸೂಕ್ತ ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ V ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಹಿಂದಿನಂತೆ ನಕ್ಷೆ ಎಳೆಯಬೇಕು.

ನಕ್ಷೆಯ ರೂಪ ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತಿರುತ್ತದೆ.

$\left(T_{1/2}\right)$ ವಿಸರ್ಜಿಸುವಾಗ $= \dfrac{t_3 + t_4}{2}$, $C_2 = \dfrac{T_{1/2}}{0.693R}$

ಸರಾಸರಿ ಧಾರಕತೆ $C = \dfrac{C_1 + C_2}{2}$



ವಿಸರ್ಜಿಸಿದಾಗಿನ ನಕ್ಷೆ

ಫಲಿತಾಂಶ : ಸರಾಸರಿ ಧಾರಕತೆ .... F

ವಿ.ಸೂ. :

I. ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ನಿಗದಿಪಡಿಸಿರುವ ಕಾಲಾವಕಾಶ 2 ಗಂಟೆಗಳು. ಅಂಕಗಳು 10. ಒಟ್ಟು 20 ಅಂಕಗಳಿಗೆ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಿ ಅದನ್ನು ಹತ್ತಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾ. 17 ಅಂಕಗಳು ಬಂದಾಗ ಅದರ ಅರ್ಧ 8.5 ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 9 ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

1. ಅಗತ್ಯವಾದ ಸೂತ್ರ ಬರೆಯಲು ...... 2 ಅಂಕಗಳು
   (ಎರಡು ಸೂತ್ರಗಳು ಅಗತ್ಯವಾದಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಒಂದು ಅಂಕ)
2. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಮಂಡಲ ನಕ್ಷೆ, ಉಳಿದವಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿವರಣೆ ...... 2 ಅಂಕಗಳು
3. ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನ ...... 3 ಅಂಕಗಳು
4. ಅಂಕಣ ಪಟ್ಟಿ ...... 1 ಅಂಕ
5. ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಅಂಕಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಮೂದನೆಗೆ ...... 3 ಅಂಕಗಳು
6. ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿ ಲಾಗರಿಥಮ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಲು ...... 3 ಅಂಕಗಳು
7. ಪರಿಣಾಮ ಮತ್ತು ಅಗತ್ಯವಾದ ಮಾನಕದೊಂದಿಗೆ ...... 2 ಅಂಕಗಳು
8. ರೆಕಾರ್ಡ್ ಬರೆಯುವುದಕ್ಕೆ ...... 4 ಅಂಕಗಳು

ಒಟ್ಟು ...... 20 ಅಂಕಗಳು

II ಪ್ರಯೋಗ ವಿಭಾಗವನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪ್ರಯೋಗ ಸಂಖ್ಯೆ

1-4	......	G1	ವಿಭಾಗ
5-8	......	G2	ವಿಭಾಗ
9-12	......	G3	ವಿಭಾಗ
13-17	......	G4	ವಿಭಾಗ

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಭಾಗದಿಂದಲೂ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಥಿಯರಿ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕೇಳಲೇಬೇಕು.

೨. ಮಾದರಿ ಪ್ರಶ್ನೆಪತ್ರಿಕೆ

ದ್ವಿತೀಯ ಪಿ ಯು ಸಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಕಾಲಾವಧಿ 3 ಗಂಟೆಗಳು | ಗರಿಷ್ಠ ಅಂಕಗಳು : 90

ತಿಳಿವಳಿಕೆಗಳು

1. ಲೆಕ್ಕಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವಾಗ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆಯದೇ ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಂಕಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ.
2. ಅಗತ್ಯವಿರುವೆಡೆ ಸೂಕ್ತ ರೇಖಾಚಿತ್ರ/ಚಿತ್ರ ಇಲ್ಲದ ಉತ್ತರಗಳಿಗೆ ಅಂಕಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ.
3. ಲೆಕ್ಕಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವಾಗ ಅಗತ್ಯವಿರುವೆಡೆ 'ಲಾಗರಿಥಮ್' ಬಳಸಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆದ್ಯತೆ ನೀಡಲಾಗುವುದು.

ವಿಭಾಗ - A

I *ಕೆಳಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ.* $10 \times 1 = 10$

1. ಯಾವ ಆಪಾತ ಕೋನಕ್ಕೆ 'ಸ್ನೆಲ್' ನಿಯಮ ಅನ್ವಯಸುವುದಿಲ್ಲ ?
2. ಬೆಳಕಿನ ಯಾವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಅಸಮರ್ಥವಾಯಿತು ?
3. ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ ತಿರುಗುವ ಕನ್ನಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಯಾವ ಭೌತ ನಿಯತಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು ?
4. 'ಮಂದವೇಗ'ಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ.
5. ಒಂದು ವಿದ್ಯುದಂಗದ ಸಮೀಪದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಲು ಬಳಸುವ ನಿಯಮದ ಹೆಸರೇನು ?
6. ಅನಂತ ಉದ್ದದ ಸಮಾಂತರ ವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಪ್ರಮಾಣದ ಕರಂಟ್ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲವೆಷ್ಟು ?
7. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕಾರ್ಯದ ಹಿಂದಿನ ತತ್ತ್ವ ಹೆಸರಿಸಿ.
8. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅನ್ವಯ ತಿಳಿಸಿ.

9. ಹೇಡ್ರಾನ್ ಎಂದರೇನು ?

10. *NOR* ತರ್ಕದ್ವಾರದ ಪ್ರತೀಕ ಬರೆಯಿರಿ.

ವಿಭಾಗ - B

II *ಯಾವುದಾದರೂ ಹತ್ತು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ* $10 \times 2 = 20$

11. ದ್ಯುತಿ ಏಳೆಗಳೆಂದರೇನು ? ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅದರ ಅನ್ವಯ ಹೆಸರಿಸಿ.

12. ಏಕ ಕಿಂಡಿಯಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಫ್ರಾನ್‌ಹಾಫರ್ ವಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ತೀವ್ರತೆಯ ಚಿತ್ರ ಬರೆದು ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಗರಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಕನಿಷ್ಠವನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿ.

13. ದ್ಯುತಿ ಪಟುತ್ವವುಳ್ಳ ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸೂತ್ರ ಬರೆದು ಅದನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ.

14. ಕೂಲಂಬ್ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಬರೆದು ಅದರ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಿ.

15. ಗೌಸ್ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಹೇಳಿ ಅದರ ಒಂದು ಅನ್ವಯವನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

16. ಅಧಿವಾಹಕ ಮತ್ತು ಥರ್ಮಿಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

17. ಆಂಪೇರ್‌ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ನೀಡಿ.

18. ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

19. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಗೆ ಎರಡು ವಿಧಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

20. ಡೀ-ಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಅಲೆಯುದ್ದಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

21. ಬೈಜಿಕ ವಿದಲನ ಮತ್ತು ಸಂಲಯನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

22. *p*-ವಿಧ ಮತ್ತು *n*-ವಿಧದ ಅರೆವಾಹಕಗಳೆಂದರೇನು ?

ವಿಭಾಗ - C

III *ಯಾವುದಾದರೊಂದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ.* $1 \times 5 = 5$

23. ಸಾಂದ್ರಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುರೂಪ ವಸ್ತುವು ನಿಮ್ನತಲಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವಾಗ ಗೋಳತಲದ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ n, u, v ಮತ್ತು r ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

24. ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣವೆಂದರೇನು ? ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬಗೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

IV ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. $2 \times 5 = 10$

25. ಫ್ಯಾರಡ್ ಅನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿ. ಸಮಾಂತರ ಧಾರಕದ ತತ್ತ್ವ ವಿವರಿಸಿ.
26. ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವರ್ತುಲ ಸುರುಳಿಯ ಅಕ್ಷದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಗೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.

V ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. $2 \times 5 = 10$

28. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪಡೆದರೆಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿವರಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
29. ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವದ ಕ್ಷಯಿಕೆ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ನೀಡುವ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಸಿ.
30. ಋಜುಕಾರಕವೆಂದರೇನು ? ಒಂದು ಡಯೋಡ್ ಬಳಸಿ ಪೂರ್ಣ ಆವರ್ತ ಋಜುಕಾರಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಬರೆದು ವಿವರಿಸಿ.

VI ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. $1 \times 5 = 5$

31. ಚಿತ್ರ ಸಹಿತ ಲಾರೆಂಟ್ಸ್ ಅರೆನೆರಳಿನ ಪೊಲಾರಿಮೀಟರ್ ಬಳಸಿ ಸಕ್ಕರೆ ದ್ರಾವಣದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಭ್ರಮಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.
32. ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ ಸಹಿತ ಟ್ಯಾಂಜೆಂಟ್ ಗ್ಯಾಲ್ವನೋಮೀಟರ್ ಬಳಸಿ ಅದರ ಅಪಕರ್ಷಣಾಂಶ (K) ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

VII ಯಾವುದಾದರೂ ನಾಲ್ಕನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. $3 \times 5 = 15$

33. ಯಂಗ್ ದ್ವಿಸೀಳುಗಂಡಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡಿಗಳ ಅಂತರ 1.25×10^{-3}m ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರದೆಗೂ ನಡುವಿನ ಅಂತರ 0.95m ಆಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರ ಪ್ರಕಾಶ ಪಟ್ಟೆಯಿಂದ 5ನೇ ಕಪ್ಪು ಪಟ್ಟೆಗಿರುವ ದೂರ 1.85×10^{-3}m ಹೀಗಿರುವಾಗ ಬಳಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಯುದ್ದವೆಷ್ಟು ? ಜೊತೆಗೆ 5ನೇ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಯ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ, ಕೇಂದ್ರದ ಪ್ರಕಾಶಪಟ್ಟೆಗಿರುವ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
34. ಎರಡು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಬಾಹುಗಳಿರುವ $ABCD$ ಎಂಬ ಚೌಕದ ಮೂಲೆ A,B,C ಮತ್ತು D ಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಮತ್ತು ಆವೇಶಗಳಿವೆ. 3×10^{-9}C ಆವೇಶವನ್ನು D ಮೂಲೆಯಿಂದ ಚೌಕದ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವೆಷ್ಟು ?
35. ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ 2V ಮತ್ತು 3V ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಆಂತರಿಕ ರೋಧ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1Ω ಮತ್ತು 2Ω. ಇವುಗಳ ಧನಧ್ರುವಗಳನ್ನು

10Ω ರೋಧಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಋಣಧ್ರುವಗಳನ್ನು 8Ω ರೋಧಕ್ಕೂ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೇಲಿನ ರೋಧಗಳ ಮಧ್ಯ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು 10Ω ರೋಧದ ತಂತಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಈ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಅದರ ತುದಿಗಳ ನಡುವಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭವಾಂತರವೆಷ್ಟು ?

36. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆಯ ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$h = 6.625 \times 10^{-34}$Js, $m = 9.1 \times 10^{-31}$kg, $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$F/m

$e = 1.6 \times 10^{-19}$C

VIII ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. $1 \times 5 = 5$

37. ನೇರವಿಧಾನದಿಂದ ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು *L* ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಬಳಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೃತ್ತಿ = 50 Hz.

	DC		*AC*	
ಕ್ರ.ಸಂ	V (Votl)	I(A)	V (volt)	I(A)
1	2	0.40	4	0.45
2	3	0.60	6	0.70
3	4	0.80	8	0.90

38. ಗಾಜಿನ ಪೀನಮಸೂರದ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ದಾಖಲಾಗಿದೆ. ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ.

ಪರದೆ ಮತ್ತು ಮಸೂರಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ (D) = 50cm

ಮಸೂರವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸದ ದೂರ (S) = 22.4cm

ಮಸೂರದ ಎರಡು ಮುಖಗಳ ವಕ್ರತಾತ್ರಿಜ್ಯ $r_1 = 8$cm, $r_2 = 10.2$cm

ವಿಭಾಗ - D

IX ಕೆಳಗಿನವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಿ. 1×(4+4+2)=10

38. *a*) 59° ಕೋನದ ಪಟ್ಟಕದ ವಸ್ತುವಿನ ವಕ್ರೀಭವನಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಕನಿಷ್ಠ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಕೋನ 39° 26'

b) ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧವೆಂದರೇನು ? ಶ್ರೇಣೀಬಂಧದಲ್ಲಿ ಮೂರು ರೋಧಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದಾಗಿನ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ರೋಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

c) ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿ ಮತ್ತು ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

39. *a)* ಕೆಳಗಿನ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 = {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\ {}_0n^1 + Q$$

ರಾಶಿಗಳು : $U^{235} = 235.040$amu, $Ba^{141} = 140.910$amu, ಮತ್ತು $Kr^{92} = 91.900$amu ಮತ್ತು $_0n^1 = 1.009$amu

b) ಥರ್ಮೋಟ್ರೋಪಿಕ್ ಮತ್ತು ಲಿಯೊಟ್ರೋಪಿಕ್ ದ್ರಾವಣಗಳ ನಡುವಿನ ಎರಡು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ.

c) ಲೇಸರ್‌ನ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.

ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ರಚನಾ ಕೇಂದ್ರವು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿರುವ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣದ ಎರಡನೇ ವರ್ಷದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯವನ್ನು ತಮ್ಮ ಮುಂದಿಡಲು ನಮಗೆ ಸಂತೋಷವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಈಗ ಜಾರಿಗೆ ಬಂದಿರುವ ಹೊಸ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಇದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪಠ್ಯವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಾಡಿನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿದ್ವಾಂಸರು ಪಾಲುದಾರರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಪಠ್ಯವು ನಾಡಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆಂದು ನಾವು ಭಾವಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಪಠ್ಯವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಹೃದಯಿಗಳು ಪಠ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಬರೆದು ತಿಳಿಸಿದರೆ ತುಂಬಾ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಆವೃತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯದ ಗುಣಮಟ್ಟವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತಮ ಪಡಿಸಬಹುದು. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಜೊತೆ ನಾವು ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಕೈಪಿಡಿಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ನಾವು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿರುವ ಪಠ್ಯಗಳಿಗೆ ಪದವಿಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆಯು ಅಧಿಕೃತ ಮನ್ನಣೆ ನೀಡಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಕೈ ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಕರ್ನಾಟಕದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನವು ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಬೇಕೆಂಬುದು ನಮ್ಮ ಮುಖ್ಯ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ. ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತಮ್ಮ ಆಶೀರ್ವಾದವಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದೇವೆ.

ರೂ. ೧೬೦